

كيندال هييفن

قصة أعظم  
100 اكتشاف علمي  
على مر الزمن

ترجمة

د. جكر عبد الله الريkanî



علي مولا

منة كتاب وكتاب هدية دورة الشباب .. مشروع "نورة المعرفة للجميع"

[www.maktbadjelfa.info](http://www.maktbadjelfa.info)  
-- مكتبة الجلفة --

قصة أعظم  
100 اكتشاف علمي  
على مر الزمن

**قصة أعظم 100 اكتشاف علمي على مر الزمن**

**تأليف: كيندال هيفن**

**ترجمة: د جكر عبد الله الريkanى**

**الطبعة الأولى: 2010**

---

**الناشر: دار الزمان للطباعة والنشر والتوزيع**

**دمشق - سوريا : ص.ب 5292**

**تلفاكس: 00963 11 5626009**

**موبايل: 00963 932 806808**

**E.mail: zeman005@yahoo.com**

**E.mail: zeman005@hotmail.com**

**الإخراج الداخلي: دار الزمان**

**تصميم الغلاف: م . جمال الأبطح**

---

کینڈال ہیپن

# قصة أعظم 100 اكتشاف علمي على مر الزمن

دار الزمان



## المحتويات

9 .....	مقدمة المترجم
11 .....	المقدمة .....
17 .....	العتلات والطفو .....
20 .....	الشمس مركز الكون .....
23 .....	التشريح البشري .....
26 .....	قانون الأجسام الساقطة .....
29 .....	حركة الكواكب .....
32 .....	أقمار المشتري .....
35 .....	جهاز الدوران البشري .....
38 .....	ضغط الهواء .....
41 .....	قانون بويل .....
44 .....	وجود الخلايا .....
47 .....	الجذب العام .....
50 .....	المتحجرات .....
53 .....	البعد عن الشمس .....
56 .....	البكتيريا .....
59 .....	قوانين الحركة .....
62 .....	الترتيب في الطبيعة .....
65 .....	ال مجرات .....
68 .....	طبيعة الكهرباء .....
71 .....	تسيطر المحيطات على الطقس العالمي .....
74 .....	الأوكسجين .....
77 .....	البناء الضوئي .....
80 .....	حفظ المادة .....
83 .....	طبيعة الحرارة .....

86 .....	تعرية الأرض
89 .....	التلقيحات
92 .....	الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية
95 .....	التخدير
98 .....	الذرات
101 .....	الارتباط الكهروكيميائي
104 .....	وجود الجزيئات
107 .....	الكهرومغناطيسية
110 .....	أول متحجر ديناصوري
113 .....	العصور الجليدية
116 .....	السعرات (وحدات الطاقة)
119 .....	حفظ الطاقة
122 .....	تأثير دوبлер
125 .....	النظرية الجرثومية
128 .....	نظريّة التطور
131 .....	التوافق الضوئيّة الذريّة
134 .....	الإشعاع الكهرومغناطيسي/الأشعة الراديوية
137 .....	الوراثة
140 .....	الحياة في أعماق البحار
143 .....	الجدول الدوري للعناصر
146 .....	الانقسام الخلوي
149 .....	الأشعة السينية
152 .....	أنواع الدم
155 .....	الإلكترون
158 .....	الفيروس
161 .....	المایوتوكندریا
164 .....	النشاط الإشعاعي

167 .....	طبقات الغلاف الجوي
170 .....	الهورمونات .....
173 .....	$\text{طا} = \text{k س}^2$
176 .....	النسبية .....
179 .....	الفيتامينات .....
182 .....	التاريخ بالنشاط الإشعاعي .....
185 .....	وظيفة الكروموسومات .....
188 .....	المضادات الحيوية .....
191 .....	خطوط الصدع .....
194 .....	التوصيلية الفائقة .....
198 .....	الارتباط الذري .....
201 .....	النظائر .....
204 .....	لب الأرض ووشاها .....
207 .....	الانجراف القاري .....
210 .....	الثقوب السوداء .....
213 .....	الإنسولين .....
216 .....	الناقلات العصبية .....
219 .....	التطور البشري .....
222 .....	نظرية الكم .....
225 .....	الكون المتمدد .....
228 .....	مبدأ الالادقة .....
231 .....	سرعة الضوء .....
234 .....	البنسلين .....
237 .....	المادة المضادة .....
240 .....	النيوترون .....
243 .....	تركيب الخلية .....
246 .....	وظيفة المورثات .....

249 .....	النظام البيئي (الإيكوسистем)
252 .....	القوة الضعيفة والقوية
255 .....	الأيض الغذائي
258 .....	السيلاكانت
262 .....	الانشطار النووي
265 .....	بلازم الدم
268 .....	الترانزistor الشبه موصل
271 .....	الانفجار الكبير
274 .....	تعريف المعلومات
277 .....	المورثات المتقدمة
280 .....	الاندماج
283 .....	أصول الحياة
286 .....	الحمض النووي DNA
290 .....	انتشار قاع البحر
293 .....	طبيعة الجو
296 .....	الكوارك
300 .....	الكوازارات والنوابض
304 .....	التطور الكامل
307 .....	المادة المعتمة
310 .....	طبيعة الديناصورات
313 .....	توجد كواكب حول النجوم الأخرى
316 .....	الكون المتسارع
319 .....	الجينوم البشري
323 .....	الملحق رقم 1 : الاكتشافات حسب الحقل العلمي
330 .....	الملحق رقم 2 : العلماء
337 .....	الملحق رقم 3 : الأربعون التالية
339 .....	مصادر الترجمة

## مقدمة المترجم

لعل أول ما جذب انتباهي إلى هذا الكتاب، هو تقدیمه لكم هائل من المعلومات العلمية القيمة في مجالات مختلفة (علوم الفيزياء والأرض والحياة) ضمن إطار أدبي قصصي ممتع وجذاب. فهو يحسّنك بمعايشة أحداث كل قصة من قصص الاكتشافات المائة التي صاغت تفاصيل حياتنا المعاصرة ودخلت في صميم يومياتها وأحداثها، يسمح لك بالتعرف على شخوصها وأبطالها، والإطلاع على آرائهم وموافقهم، وأحياناً آراء وموافق غيرهم تجاههم. الأهم من كل ذلك، يريكم مدى ما تخلّوا به من صبر وعزّم ومتابرة على ما ظلّوا تحقيقه في مجالاتهم المختارة - دائمًا، وقابلتهم على اغتنام الفرص ب بصيرة متقدة وتدبر منهل صانعين صروحًا من الإنجازات الهائلة من أشياء كانت تافهة وعديمة الجدوى بنظر غيرهم - أحياناً.

هكذا، يجد القارئ نفسه متوجّلاً في ثنيات الكتاب بسهولة ويسر، متقدلاً من قصة اكتشاف لآخر بانسيابية وسلامة، ولو لم يكن ذاك الحقل المتناول من اختصاصه أو لم يكن لديه سابق علم به.

الجانب الآخر الذي يضيف على قيمة هذا الكتاب وتميزه، هو ترتيب تناوله لهذه الشروة من المعلومات العلمية بشكل يزيد من سهولة التعامل معها ويذكر من الفائدة المرجوة منها. إذ يعرض لها بتسلسل زمني متناسق، مستهلاً قصة كل اكتشاف بسنة الاكتشاف ونبذة مختصرة عن تعريفه وتعریف مكتشفه، ثم يطلعك على سبب اختياره ضمن قائمة المائة العظمى من حيث حجمه لما سبق من معلومات خاطئة - وأحياناً أساطير - حول الموضوع المعنى، أو إدهاله لعالمه الحاضر بمعلومات وحقائق غفل عنها الجميع، ومن ثم تأثيراته وتطبيقاته في عالمنا المعاصر.

بعدها يبدأ الكتاب بسرد قصة الاكتشاف مع التواريخ المرفقة والأحداث المترالية والشخصوص المعنين بذلك الاكتشاف حتى تم البت فيه بشكله النهائي المثار على اليوم، وذلك في نسق قصصي وتاريخي أخذ لا يخلو أحياناً من الطرافـة والإمتاع. وفي نهاية كل موضوع، هناك معلومة طريفـة تعرض لحقيقة علمية غالباً ما تكون جديدة وضمن نسق مسلٍ جيل.

أما نهاية الكتاب، فتتضمن ثلاثة ملاحق، أوها جدول بترتيب الاكتشافات جميعاً حسب الحقوق المعنية مع ذكر اسم المكتشف وتاريخ الاكتشاف، والثاني يتضمن قائمة أججدية بأسماء العلماء الذين أبرزوا في مناقشات الكتاب، كل مع اكتشافه والعام الذي شهد

حدثه. أما الملحق الثالث، فيعتبر قائمة بأربعين اكتشافاً إضافياً مهماً ساهم تقريراً في بلورة قائمة المائة العظمى.

الشيء الآخر الملفت للانتباه أثناء قراءة هذا الكتاب، هو صوت الكاتب في سرده لمواضيع اكتشافاته وقصصها، إذ يحسس الكاتب بمرافقته إياك في خوض ثانيا كتابه بما يديه بين الحين والآخر من آراء ذاتية تم عن شخصيته وموافقه تجاه ما يتعامل معه من حقائق وواقع - هذا من ناحية.

و من ناحية أخرى يجب ألا ننسى بأن الكتاب ذاته مبني على انتقاء كاتبه لمائة من الاكتشافات العظمى على مر الزمن بمعاييره وأدواته السبعة التي ذكرها في المقدمة، والتي تم عن كثير من الحساسية وحسن الانتقاء، ولكن يبقى ما ترتب عليها من اختيار هذه الاكتشافات - ضمن آلاف من الاكتشافات التي زخر بها العلم في مسيرته عبر الزمن - معايير ذاتية وبالتالي نسبية في الأخير، وعليه يتحقق للقارئ - كما حق لي - أن يلدي أراءه الشخصية حولها ومن الممكن جداً أن يرى فيها ما ينافق أفكاره ومعتقداته الشخصية.

لكن هذا لا يفسد في الود قضية، بل يمكن أن يضيف على أهمية الكتاب ومتعنته، من خلال إتاحته للقارئ أيضاً فرصة ومحلاً للمشاركة والتفكير، وأحياناً المزايدة على أفكار أو آراء أو اختيارات معينة تناولها هذا الكتاب بين دفبيه.

من هذا المنطلق، تعمدت أن أضيف على النص الأصلي المترجم هوامش من تأليف وإعدادي كلما شعرت بضرورة ذلك. وهي نفسها الملاحظات التي دونتها بخط يدي على دفتر ملاحظاتي المرافق للنسخة الأصلية من الكتاب - كما تعودت أن أفعل مع أي كتاب آخر أقدم بقراءته. أما الضرورة فكثيراً ما ألت عند بعض نقاط النص الأصلي التي ارتأت أن أعلق عليها، إما لكونها تحتوي على تعابير قد يستغلق على قارئ العربية فهمها باعتبارها تخص الثقافة الأجنبية، أو لأنني ابتعيت من وراءها زيادة في توضيح مصطلحات علمية أو نظريات أحست أنها بحاجة إلى شرح أقرب لفهم والاستيعاب. وقد اعتمدت في ذلك على عدد من أمهات المراجع العلمية ، وكذلك موقع الكترونية ذاتية الصيغة ومشهودة الاعتماد والتوثيق.

لكن، في الأخير لست أنا ولا القارئ العزيز صاحب الأفكار المعتمدة في الكتاب أو الاختيارات المائة المنتقاة من بين الاكتشافات التي اكتسبت بها أروقة العلم منذ بدء التاريخ وليوم الناس هذا، بل من شأن الكاتب وحده التمتع بهذا الحق، طالما تكفل هو بمشقة هذا العبء الثقيل ليقدمه لنا ضمن هذا السبق والترتيب.

د. جكر عبدالله

## المقدمة

الاكتشاف! هذه الكلمة بالذات ترسل وخزانت خفية تجعلك تتفضض من مكانك، وتسرع من نبضك. الاكتشافات هي لحظات الـ «آه، ها! فهمت!» والـ «بوريكا! وجدها!».

كل شخص يتوق إلى اكتشاف شيء ما—أي شيء! الاكتشاف هو العثور على أو مراقبة شيء ما جديد—شيء لم يُعرف ولم يلاحظ من قبل. هو الانتباه لما كان هناك دوماً ولكن غفل عنه الجميع سابقاً. هو الامتداد لمناطق تقع في المجهول حيث لم يمسسها بشر. فالاكتشافات تفتح آفاقاً جديدة، تقدّم بصائر جديدة، وتخلق حظوظاً واسعة. وهي تدلل على تطور وتقدم الحضارات البشرية، وتقدم بمعرفة الإنسان.

يسعى المخلدون بقاعة المحكمة لكشف الحقيقة، وعلى غرارهم يكتشف علماء الأنثروبولوجيا أعمالاً صنعتها أنامل بشرية من حضارات وثقافات سالفة. كما يحاول الأشخاص الخاضعون للعلاج النفسي كشف ذاهم.

عندما نقول أن كولومبس «اكتشف» العالم الجديد، لا نقصد أنه حلّقه، طوره، صممته، أو ابتكره. لطالما كان العالم الجديد هناك، فقد عاش عليه سكانه الأصليون لآلاف السنين قبل وصول كولومبس إليهم عام 1492م، وسبقوه في معرفة جزر الكاريبي بوقت طويلاً دون أن يحتاجوا إلى أوري ليكتشفها لهم بالتأكيد. ما فعله كولومبس أنه أحاط المجتمعات الأوروبية علماً بهذه القارة الجديدة. فقد كان أول أوري يحدد موقع هذه الكتلة الأرضية الجديدة ويضعها على الخريطة. هذا ما جعل من عمله اكتشافاً.

عادة ما لا تكون الاكتشافات متوقعة. فيها هي فيرا روبن تكتشف المادة المعتمة الكونية عام 1970م في حين لم تكن تقصد البحث عنها قط. في الحقيقة، لم تتع بتواجد شيء كهذا حتى ثبتت اكتشافها ذلك. بل وحق اضطررت أن تبتكر له اسمًا (المادة المعتمة) بعد أن اكتشفت تواجده.

يُبني الاكتشاف أحياناً على عمل سابق اضطلع به علماء آخرون، ولكن ليس الأمر كذلك في أغلب الأحيان. بعض الاكتشافات هي محصلة لسنين طوال من البحث تكبّدها العالم المكتشف. مرة أخرى، ليس هذا بالواقع في اكتشافات تصاهي نقائضها عدداً. إذ

عادة ما تأتي الاكتشافات فجأة وتمثل نقاط انطلاق لحقول جديدة من الدراسة أو نقاط تركيز جديدة على ما يتواجد من حقول علمية.

لم دراسة الاكتشافات؟ لأن الاكتشافات تحظى لاتجاه تطور الإنسان وتقدمه. اكتشافات اليوم ستتصوّغ عالم الغد، والاكتشافات المهمة تحدد الاتجاهات التي يأخذ العلم بها، ما يؤمّن العلماء به، والكيفية التي تتغيّر بها نظرتنا للعالم على مر الزمان. فاكتشاف آيشتاين للنسبية عام 1905م غير فيزياء القرن العشرين تغييرًا جذريًّا من نوعه. إن الاكتشافات ترسم درب العلم وتقدمه كما ظهر علامات جهاز الطافية مسلك قناة ملتوية عبر خليج مائي سطحي واسع.

عادة ما تمثل الاكتشافات أفكارًا ومفاهيم راديكالية جديدة. فهي تخلق، في الواقع، جميع حالات الهرجان القطعي عما سبق من معرفة وحياة وتفكير. إن هذه الاكتشافات العلمية تصاهي في أهميتها لتطورنا أهمية التغيرات التطورية في الـ DNA الخاص بنا، والتي سمحت لنا بالتكيف جسدياً ليبيّناتنا المتغيرة.

يصف هذا الكتاب باختصار أعظم مائة اكتشاف علمي على مر الزمان، تلك التي كان لها التأثير الأعظم على تطور علم الإنسان وتفكيره. دعوني أوضح المعنى بشكل أضيق: الأعظم: «ذو الأهمية القصوى، أعلى بكثير في بعض من نوعية أو درجة الفهم» (قاموس كلية ويستر الجديدة).

الاكتشاف: أول مرة يُرى فيها شيء ما، يُكشف عنه، يُدرك، أو يُعرف.

العلم: أي من الفروع المحددة للمعرفة العلمية (العلوم الفيزيائية، علوم الأرض، علوم الحياة) التي تشتق المعرفة عن النظمي من المراقبة والدراسة والتجريب.

مر الزمان: التاريخ المسجل (المدون) للحضارات البشرية.

يصف هذا الكتاب، إذن، عملية الكشف عن المعلومات العلمية الأساسية حول الاكتشافات العلمية المائة ذات الأهمية القصوى على مر التاريخ المسجل للبشر، وإدراكها بالتالي. فهي كبرى وأهم الاكتشافات من بين جميع الألوف من قریناتها العلمية. هذه هي الاكتشافات العلمية التي تثلج الجهود العظمى التي بذلها الأفضل والأذكي في عالم العلم.

هناك موضع عديدة من التطور البشري وأنواع عدّة من الاكتشافات المهمة لم يتم تضمينها هنا - على سبيل المثال، الاكتشافات في الفن، التراث، الاستطلاع، الفلسفة،

المجتمع، التاريخ، والدين. كما واستثنى الاكتشافات العلمية التي لا يمكن إعزاؤها إلى عمل فرد واحد أو مجموعة صغيرة من المشركين. فمسألة ارتفاع حرارة الكورة الأرضية، مثلاً، تعتبر بؤرة بخشية رئيسة في زماننا هذا، فقد يكون اكتشافها ضرورياً لحياة ملايين – إن لم يكن بلايين – من البشر. على أية حال، لا يمكن منح شرف هذا الاكتشاف لأي شخص معين. ينتشر ثلاثون باحثاً، على أقل تقدير، على امتداد خمسة وعشرين عاماً لكل منهم يد في صياغة هذا الاكتشاف العالمي. لهذا لم أدرجه ضمن قائمة الاكتشافات المائة.

إنك بصدق اللقاء بالعديد من عملاقة العلم في هذا الكتاب. العديد – لكن بالتأكيد ليس الجميع. هناك العديد من ساهموا في التاريخ والتفكير العلمي مساهمة رئيسية دون أن يكتشفوا اكتشافاً محدداً واحداً يمكن تأهيله ضمن المائة العظمى. غاب العديد من أعظم مفكري ومكتشفي العالم لأن اكتشافاتهم لا تصنف كاكتشافات علمية.

بصورتها الطبيعية، لا تلتزم الاكتشافات أو تُصنع استجابة لاحتياجات عملية متواجدة، كما هي الاختراعات. فالاكتشافات هي التي توسيع بالمعرفة والفهم البشرين، وعادة ما يلزم العلماء عقوداً (إن لم يكن قروناً) لاستيعاب وتقدير اكتشافات تتضمن لهم ضرورتها وأهميتها أخيراً. لعل خير مثال على ذلك هو اكتشاف غريغور مندل لمفهوم الوراثة. لا أحد ميز أهمية هذا الاكتشاف لأكثر من حسين عاماً – رغم أنها نعتبره الآن حجر الأساس لعلم الوراثة. أما نظرية آينشتاين في النسبية فقد عرفت لنوها اكتشافاً كبيراً، ولكن بعد قرن من هذا الاكتشاف لا زال العلماء يكافحون لفهم معناه وكيفية استعماله بينما تذرع الفضاء أبعد فأبعد.

ليس هذا بالحال مع اختراع كبير. فعملية الاختراع ترتكز على استحداث أجهزة ومنتجات عملية، والمخترعون يطبقون الفهم والمعرفة لحل مشاكل متواجدة حرجية. إن للاختراعات العظيمة استعمالاً عملياً فوريّاً.

على التقى من ذلك، فنظرية آينشتاين في النسبية، مثلاً، لم تأتِ بالجديد من المنتجات أو الممارسات أو المفاهيم التي تؤثر على حياتنا اليومية، كما لم يأت به اكتشاف كبلر للمدارات الإهليجية للكواكب حول الشمس. ينطبق الأمر ذاته على اكتشاف ألفريد فينر بانحراف القارات. مع هذا، يمثل كل منها تقدماً عظيماً لا يمكن تعويض أهميته في إدراكنا لعالمنا وللكون من حولنا.

كانت لدى ثلاثة أغراض رئيسية في صياغة وتحرير هذا الكتاب:

1. لأقدم اكتشافات علمية أساسية وأظهر تأثيرها على تفكيرنا وفهمنا.
2. لأقدم كل اكتشاف ضمن الكتلة الموحدة للتقدم والتطور العلمي المستمر.
3. لأبين عملية خوض الاستطلاع العلمي ضمن سياق هذه الاكتشافات.

إن من الممتع ملاحظة أن العلماء المقربين بهذه الاكتشافات العلمية المائة العظمى يتقاسمو بينهم سمات وصفات أكثر قياساً بما يتقاسمه أولئك المقربون بالاختراعات العلمية المائة العظمى (أنظر إلى كتابي الذي يحمل عنوان The 100 Greatest Science Inventions, Libraries Unlimited, 2005). فالعلماء المدرجون في هذا الكتاب - من حققوا اكتشافات علمية عظيمة - نبغوا عموماً في الرياضيات أثناء دراستهم المدرسية ونالوا شهادات ودرجات متقدمة في العلوم أو الهندسة.

افتست هذه الزمرة بسحر الطبيعة والعالم من حولها، غمرها شغف قوي بمحاجلتهم العلمية والعملية، كانت بالعادة محترفة من الأساس في حقوقها عندما أتت باكتشافاتها المهيبة. تغيل اكتشافات هؤلاء العلماء لأن تكون حصيلة جهد مكرّس ومبادرة خلاقة. أمتعمهم جانب ما من ميدانهم العلمي وعملوا بجد لساعات طوال من التفاني والإلهام. هؤلاء هم رجال ونساء مؤثرون يمكننا أن نتخذ منهم علماء غوذجيين محظوظين بفرصتهم، ويعكّن الاقتداء بهم في كيفية استغلالهم لهذه الفرص وتطبيقهم لمعايير الإخلاص والاجتهداد في حقوقهم المختارة.

إنه من المثير للدهشة أيضاً اعتبار كم هي حديقة العديد من هذه الاكتشافات التي نعدها من المسلمات بها ومن باب المعرفة العامة والبدائية . فانتشار قاع البحر اكتشف قبل خمسين عاماً فقط، تواجد مجرات أخرى قبل ثمانين عاماً فقط، وتواجد النيوترونات قبل سبعين عاماً لا أكثر. اكتشف العلم الطبيعة الحقيقة للديناصورات وسلوكها قبل ثلاثين عاماً وللاندماج النووي قبل خمسين عاماً فقط. كما أن لمفهوم النظام البيئي (الإيكوسистем) عمر لا يتعدي السبعين سنة، أي بعمر مفهوم الأيض الغذائي. مع كل هذا فإن كل واحد من هذه المفاهيم قد حاك بنفسه ضمن نسيج المعرفة العامة الشائعه لجميع الأمريكيين.

كان علي استحداث بعض المعايير للفاضلة وترتيب الاكتشافات العلمية العديدة، حيث كان علي الاختيار من بين آلاف الاكتشافات حرفيًا. هذه هي المعايير السبعة التي استعملتها:

1. هل يمثل هذا الاكتشاف تفكيراً جديداً بحق، أم مجرد تنمية وتحسين لفهم ما متوارد بالأساس؟
  2. ما هو الحد الذي غير إليه هذا الاكتشاف التوجه والبحث العلمي وأعاد من تشكيلهما؟ هل غير هذا الاكتشاف من الطريقة التي ينظر بها العلم إلى العالم تغييراً جوهرياً؟ هل غير أو أعاد توجيه الطريقة التي يفكر ويتصرف بها العلماء بشكل جذري؟
  3. ما أهمية هذا الاكتشاف بالنسبة لتطور ذاك الحقل المعين من العلم؟
  4. هل لهذا الاكتشاف تأثيرات طويلة المدى على تطور الإنسان؟ هل ترَّسح تأثيرها خلال تفاصيل حياتنا اليومية؟
  5. هل يندرج هذا الاكتشاف ضمن حقل معروف من العلم؟ هل هو اكتشاف علمي؟
  6. هل أمثل اتساع وتتنوع الحقول والحقول الثانوية والاختصاصات العلمية العديدة على نحو كافٍ؟
  7. هل يمكن أن يُعزى هذا الاكتشاف إلى شخص واحد بشكل صحيح وكذلك حدث واحد أو جهد يخشى مطرولاً واحداً؟
- هناك العديد من الاكتشافات القيمة والعديد من العلماء القديرين نقاصهم القطبيع النهائي لسيناريوهات ومجريات أعمالهم ليتم تحيلهم هنا، لكنهم جميعاً جديرون بالدراسة والتفصيق. يمكنك أن تجد الاكتشافات التي تفضلها أنت وتحث فيها وفي مسامها (أنظر إلى الملحق رقم 3 للحصول على مقتراحات إضافية).
- يتضمن العديد من المواد التي تم تناولها في هذا الكتاب اكتشافين اثنين نظراً لتوثيق ارتباطهما، ولأن أيهما غير مؤهل ليكون ضمن قائمة المائة العظمى على حدة، ولكن إلماقاهما بعض يضفي عليهما أهمية أعظم بكثير مما يوحى به تأثيرهما على انفراد.
- تقع بهذه القصص. تلذذ بحكمة وعظمة هذه الاكتشافات. ابحث عن تلك المفضلة لديك أنت، ثم ابحث فيها وشارك بخلق قصص الاكتشاف الخاصة بك!



## العتلات و الطفو

Levers and Buoyancy

سنة الاكتشاف 260 ق.م

ما هي هذه الاكتشاف؟ المبدأ الأساسيان الآتىان لکامل علمي الفيزياء والهندسة

من المكتشف أرخيديس Archimedes

لماذا يعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن مفهومي الطفو (يدفع الماء جسمًا نحو الأعلى بقوة تساوي وزن الماء المزاح من قبل الجسم) والعتلات (القوة الكابسة على طرف من العتلة تخلق قوة رافعة على الطرف الآخر تتناسب وطول جانبي العتلة) يشكلان الأساس للعلم الكمي والهندسة بأكملهما. فهما يمثلان أولى الإنجازات المارقة للبشرية في فهم العلاقات والروابط المتواجدة في العالم الفيزيائي من حولنا وابتكر طرق رياضية لوصف الظواهر الفيزيائية للعالم. لقد اعتمدت أعداد لا حصر لها من التطويرات الهندسية والعلمية على هذين الاكتشافين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 260 ق.م. درس أرخيديس Archimedes البالغ من العمر ستة وعشرين سنة علمين معروفين – الفلك والهندسة – في سيراكونس بصفاقية في أحد الأيام جذب انتباه أرخيديس أربعة صبيان يلعبون على الشاطئ بلوح خشبي طاف، أذقاموا بموازنة اللوح على صخرة بارتفاع الخاصرة، ثم امتطى أحد الصبيان إحدى هاتي المأوخر بينما قفز أصدقاؤه الثلاثة بقمة على النهاية الأخرى، فكانت النتيجة أن قذف الصبي الوحيد في الهواء.

زحلق الصيان اللوح عن المركز على طول صخرتهم الموازنة بحيث بقي ربع واحد فقط منه على الطرف القصير. صعد ثلاثة منهم على الطرف القصير العالي، ثم وثب رابعهم على الطرف الطويل المرتفع فحطمه وأسقطه على الرمل طارحاً بأصدقائه الثلاثة في الهواء.

استمعت أرخيديس بهذا المشهد الطريف، وعقد عزمها على فهم المبادىء التي سمحت بكل سهولة لوزن صغير (صبي واحد) برفع وزن كبير (ثلاثة صبيان).

استخدم أرخيديس شريطًا من الخشب وقوالب خشبية صغيرة لتشكيل الصيان ولوحهم الخشبي الطاف، بينما صنع قالباً مثلث الشكل لتشكيل صخرتهم. أثناء موازنته لمجاميع مختلفة من الأوزان على كلتا هاتي العتلة lever (كلمة lever مشتقة عن اللاتينية

معنى «أن ترفع»)، أجرى أرخيديس قياساته وأدرك بأن العتالات كانت تخضع في عملها لإحدى تناوبات إقليدس. كان يجب على القوة (الوزن) التي تضغط على كل من طرف العتلة نحو الأسفل أن تتناسب مع طول اللوح على طرف نقطة التوازن كليهما. لقد اكتشف بذلك المفهوم الرياضي للعتالات، نظام الرفع الأكثر شيوعاً وأساسية يتم ابتكاره على الإطلاق.

بعدها بخمسة عشر عاماً، أي في عام 245 ق.م.، أمر أرخيديس من قبل الملك هيرون King Hieron ليكتشف فيما لو أن الصائغ قد غشَّ أم لا. إذ كان الملك هيرون قد أعطى الصائغ وزناً من الذهب وطلب منه أن يصوغ له تاجاً من الذهب الخالص. رغم أن التاج كان يزن نفس وزن الذهب الأصلي تماماً، إلا أن الملك توقع بأن يكون الصائغ قد لف طبقة خفيفة من الذهب حول معدن آخر أبخس قيمة في الداخل. كان المطلوب من أرخيديس أن يكتشف فيما لو كان التاج من الذهب الخالص دون تحطيمه.

لقد بدأ تلك مهمة مستحيلة من نوعها. على أية حال، بينما كان أرخيديس يست Hormis في حمام عام، لاحظ يده طافية على سطح الماء، وبدأت فكرة غامضة تبلور في ذهنه. سحب يده كاملاً تحت السطح، ثم استرخي ثانية فرجعت يده تطفو من جديد.

لخص داخل الحوض، فانخفض مستوى الماء عن جوانب الحوض. جلس ثانية، ارتفع مستوى الماء من جديد. فعندما جلس، ارتفع الماء لمستوى أعلى وشعر بنفسه أخف وزناً، بينما انخفض مستوى الماء وشعر بنفسه أثقل وزناً لدى هوضه. لا بد أن الماء كان يدفع بجسمه المغمور نحو الأعلى مما أضفى عليه شعوراً بالخففة.

حمل أرخيديس حجراً وقالاً من الخشب بنفس الحجم تقريباً وغمرهما في الماء. غاص الحجر ولكنه بدا أخف وزناً، في حين كان عليه أن يدفع بالخشب نحو الأسفل حتى يغمره. لقد دل ذلك على أن الماء كان يدفع الجسم نحو الأعلى بقوة تتناسب كمية الماء المزاح من قبل الجسم (حجم الجسم) وليس وزن الجسم. أما الثقل الذي بدا عليه الجسم في الماء فلا بد و كان متناسباً مع كثافة الجسم (مقدار ما وزّلت كل وحدة حجم منه).

أوحى هذا لأرخيديس بالإجابة على سؤال الملك. فرجع أدراجه إلى الملك محملاً بمفتاح اللغز، الكثافة. لو كان التاج مصنوعاً من معدن ما آخر بدلاً عن الذهب، فإن بإمكانه أن يزن الوزن ذاته ولكنه سيمتلك كثافة مختلفة وسيحتل بالتالي حجماً مختلفاً.

غمس بالناج وزن مكافئ من الذهب في قدر كبير من الماء، فازاح الناج كمية أكثر من الماء، وبالتالي اتضح أنه مزيف. لكن الأهم من إظهار غش الصانع بالنسبة لها، أن أرخيديس قد اكتشف مبدأ الطفو والذي يقضي بأن الماء يدفع بالأجسام نحو الأعلى بقوة تساوي كمية الماء التي تزيحها هذه الأجسام.

حقائق طريفة؛ لدى اكتشافه لمفهوم الطفو، قفز أرخيديس من الحمام وصاح بالكلمات التي اشتهرت من بعده إلى الأبد: «Eureka!» «يوريكا!» بمعنى «وجدنا!». أصبحت هذه الكلمة شعاراً لولاية كاليفورنيا الأمريكية عندما صاح بها عمال المناجم الأوائل المهاجرون إلى هناك بحثاً عن الذهب، ووجدوه فعلاً.



# الشمس مركز الكون

The Sun is the Center of the Universe

سنة الاكتشاف 1520 م

ما هذا الاكتشاف؟ الشمس هي مركز الكون والأرض تدور حولها  
من المكتشف؟ نيكولاوس كوبيرنيكوس Nicholaus Copernicus

## لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لقد عُرف عن كوبيرنيكوس قياساته ومراقباته للكواكب والنجوم. فقد اعتمد في ذلك على تجميع ومحاكاة ومقارنة مراقبات وظواهر العديد من الفلكيين الذين سبقوه في هذا المضمار، متحدياً في الواقع نفسه فكرة قديمة عمرها ألفي سنة مؤداها أن الأرض ساكنة في مركز الكون وتدور في فلكها الشمس والكواكب والنجوم. يمثل عمله هذا نقطة انطلاق لفهمنا الحالي للكون من حولنا ولعلم الفلك الحديث.

ويرجع لكوبيرنيكوس الفضل أيضاً كونه أول من اعتمد طريقة المراقبة العلمية كأساس لتطوير نظرية علمية (في حين كان يعتمد فيه أسلافه من العلماء على الفكر والمنطق لبناء نظرياتهم). فبهذا يعتبر كوبيرنيكوس أول من أسس كلاماً من علم الفلك الحديث ومبادئ الطرق العلمية الحديثة.

## كيف جاء الاكتشاف؟

فور تخرجه من جامعة بولونيا بإيطاليا سنة 1499م، غَيَّرْ كوبيرنيكوس كاهناً في الكنيسة الكاثوليكية وَقَفَ راجعاً إلى بلده الأصلي بولندا ليعمل مع عمّه الأسقف فاتزينرود Bishop Waczenrode بكادرائية فروينبرغ، التيحظى فيها بالإقامة في الطابق العلوي حيث يمكنه مواصلة قياساته الفلكية.

كان الناس حينها لا يزالون يؤمنون بالنموذج الكوني الذي قدمه العالم الإغريقي بطليموس \* Ptolemy قبل ما يزيد على 1500 عام، والذي قضى يجعل الأرض مركزاً

\* بطليموس: هو كلوديوس بطليموس Claudius Ptolemaeus، رياضي وجيولوجي وفلكي ومنجم من أصل هليني، ولد في مصر قريباً من طيبة وتوفي في الإسكندرية حوالي العام 168ق.م.- المترجم.

ساكناً للكون، تدور في فلكها الشمس مع بقية الكواكب بمدارات دائرة عظيمة بينما كانت النجوم البعيدة جائمة على الغلاف الكروي الجبار للكون. لكن القياسات الدقيقة لحركة الكواكب لم تطابق نموذج بطليموس قط!

هكذا، اضطر الفلكيون إلى تحويل نموذج بطليموس وذلك بإضافة حلقات أخرى ضمن الحلقات الأصلية – أو أفلالك تدويرية epi-circles – داعين بأن كل كوكب يسير على فلك حلقي صغير (فلك تدويري) يدور بدوره على الحلقة الفلكية الكبيرة لذاك الكوكب حول الأرض. قرناً بعد قرن، تراكمت أخطاء جديدة حتى في النموذج الخوارزمي بطليموس، حيث استمر العلماء في إضافتهم للأفلالك التدويرية الواحد تلو الآخر فصارت الكواكب تتحرك على أفلالك تدويرية ضمن أفلالك تدويرية أخرى.

همَّ كوبيرنيكوس أن يستغل التطورات التقنية «الحادية» التي شهدتها القرن السادس عشر علَّهُ يُحسِّن على قياسات بطليموس وبالتالي يحذف بعض الأفلالك التدويرية المتداخلة، الأمر الذي دفعه إلى قياس مواقع الكواكب باجتهاد ومثابرة كل ليلة ولمدة تقارب العشرين عاماً. لكن جداول ملاحظاته لم تسعفه في مبتغاه.

و بمرور السنين، خَطَّر لـ كوبيرنيكوس التفكير بما يمكن أن تبدو عليه حركة كوكب ما فيما لو روقبت من على كوكب متحرك آخر. و عندما لاحظ أن قياساته الجديدة كانت أكثر دقة في توقع الحركات الحقيقة للكواكب، بدأ يفكر فيما هو أبعد من ذلك: كيف ستبدو حركة الكواكب فيما لو تحركت الأرض هذه المرة؟! ولم تمض فترة طويلة حتى بان المنطق في هذا الإفراض.

لقد ظهر كل كوكب بمسافات متباعدة عن الأرض بتباعين أوقات السنة. فأدرك كوبيرنيكوس بأن هذا يعني أن الأرض لا يمكن أن تكون واقعة في مركز الأفلالك الدائرية لهذه الكواكب.

خلال عشرين سنة من المتابعة والمراقبة اتضح له أن الشمس هي الوحيدة التي لم تتباعين في حجمها الظاهري على مر السنة، دلالة على ثبوت المسافة الفاصلة بينها وبين الأرض. في بينما لا يجد بالأرض أن تكون بالمركز، فإن الشمس جديرة حقاً بذلك. وإنعاناً في الإيمان بهذه الفكرة الجديدة، شرع كوبيرنيكوس لفورة بإعادة قياساته واضعاً الشمس في مركز الكون والأرض في فلك حولها. ولشد ما كانت دهشته عندما تمكن من التخلص من جميع الأفلالك التدويرية المتداخلة في حين كانت الكواكب المعروفة تتحرك ضمن أفلالك دائيرية بسيطة حول الشمس!

و لكن بقي التحدي الأكبر: هل سيؤمن أحد بالنموذج الكوني الجديد لكوربرنيكوس؟ لقد آمن العالم أجمع - و خصوصاً الكنيسة الكاثوليكية المتنفذة بكون أرضي المركب. وهذا ما جعل كوربرنيكوس يحتفظ بسرية اكتشافه خلال حياته خوفاً من العقاب الكنسي، حتى تم الإفشاء به عام 1543م. وحق في ذلك الحين، كان هذا الاكتشاف العظيم مبعثاً لازدراء وسخرية الكنيسة والفلكيين والأوساط الجامعية. وصبر العالم ستين سنة أخرى ليعي صحة هذا الاكتشاف وذلك من خلال أعمال يوهانيس كبلر Johannes Kepler و من ثم غاليليو غاليلي Galileo Galilei.

حقائق طريفة، يمكن للشمس أن تحوي ما يقارب المليون من كواكب  
شيبيهة الأرض بداخلها. لكن هذا يتغير ببطء، فحوالي 4,5 رطل من  
ضوء الشمس يضرب الأرض كل ثانية. 

## التشريح البشري

Human Anatomy

سنة الاكتشاف 1543 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول دليل علمي دقيق للتشريح البشري  
من المكتشف؟ أندریاس فازیلیس Andreas Vesalius

### لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لَمَّا حَانَ الْقَرْنُ الْسَّادِسُ الْمِيلَادِيُّ، كَانَ الْأَطْبَاءُ يَعْتَمِدُونَ عَلَى مَصَادِرِ التَّشْرِيفِ الْبَشَرِيِّ الَّتِي مُعَظَّمُهَا عَلَى أَسَاسِ تجَارِبِ عَلَى الْحَيَوانَاتِ. لَا عَجَبٌ، إِذْنَ، أَنَّهَا كَانَتْ تَحْتَوِي عَلَى كَثِيرٍ مِّنَ الْخَرَافَاتِ فَتَخْطُطاً أَكْثَرَ مَا تُصِيبُ. كَانَ فَازِيلِيُّسُ أَوَّلُ مَنْ تَناولَ تَشْرِيفَ الْجَسْمِ الْأَدَمِيِّ كَمَادَةً لِدِرَاستِهِ، مَعْتَمِداً عَلَى الْوَسَائِلِ الْعُلُومِيَّةِ الْمُتَمَثِّلَةِ بِالْتَّجَارِبِ الْفَسْلُجِيَّةِ وَطَرِيقَةِ الْمَعَايِنَةِ الْمَبَشِّرَةِ. فَكَانَتْ شَرْوَحَاتِهِ الْأَدَقُّ وَالْأَضَبْطُ عَنْ تَرْكِيبِ وَعَمَلِ أَعْصَاءِ جَسْمِ الْإِنْسَانِ.

قوَّضَ عَمَلُ فَازِيلِيُّسِ مِنْ ذَلِكَ الاعْتِمَادِ الطَّوِيلِ الْأَمْدِ عَلَى الْآرَاءِ الَّتِي جَاءَ بِهَا الْعَالَمُ الإِغْرِيَقِيُّ غَالِينُ Galen قَبْلَ مَا يَقْرَبُ 1500 عَامٍ، وَشَكَّلَ مَنْعِطَفًا بَارِزًا فِي عِلْمِ الْطَّبِّ. فَلِلْمَرْأَةِ الْأُولَى حَلَتِ الْحَقِيقَةُ التَّشْرِيفِيَّةُ الصَّادِقَةُ مَحْلُ الْحَدْسِ وَالْتَّخَمِينِ كُلْبَنَةً أَسَاسِيَّةً لِلْعِلُومِ وَالْمَارِسَاتِ الطَّبِّيَّةِ.

### كيف جاءَ هَذَا الاكتشاف؟

وَلَدَ أَنْدَرِيَّاسُ فَازِيلِيُّسُ Andreas Vesalius فِي مَدِينَةِ بُروْكَسْلِ عَامَ 1515 م. وَمِنْ نَعْوَمَةِ أَظْفَارِهِ، انْكَبَّ عَلَى دراسَةِ جَمِيعِ الْمَراجعِ الطَّبِّيَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَزَدَّهُ بِهَا مَكْتبَةُ وَالدَّهِ باعْتِبَارِهِ طَبِّيًّا مَرْمُوقًا يَعْمَلُ فِي الْبَلَاطِ الْمَلَكِيِّ، مُبْدِيًّا اهْتِمَامًا وَفَضْلًا كَبِيرَيْنِ حَوْلِ فَهْمِ وَظَانَّ وَمِيكَانِيَّكِيَّةِ عَمَلِ أَعْصَاءِ جَسْمِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ. وَكَانَ يَهْوِي اصْطِيَادِ الْحَيَوانَاتِ الصَّغِيرَةِ وَيَقْوِمُ بِتَشْرِيفِهَا.

بِعُمْرِ الثَّامِنَةِ عَشَرَةَ، رَحِلَ فَازِيلِيُّسُ إِلَى بَارِيسِ لِدِرَاسَةِ الْطَّبِّ. فِي حِينِهَا لَمْ يَكُنْ تَشْرِيفُ الْأَجْسَامِ الْحَيَوانِيَّةِ أَوِ الْبَشَرِيَّةِ مِنَ الْمَارِسَاتِ الشَّائِعَةِ فِي الْطَّبِّ، وَلَوْ تَوجَّبَ عَمَلُ تَشْرِيفِ جَسْمِ مَا، فَكَانَ يَتَمُّ مِنْ خَلَالِ قِيَامِ الْحَلَاقِ بِعَمَليَّاتِ قِطْعَ حَقِيقَيَّةٍ بَيْنَمَا يَشَرِّحُ الأَسْتَاذُ مَعْلَقاً

عليها. كان الجزء الأعظم من التشريح البشري يُدرِّس بناء على رسومات ونصوص مترجمة عن الطبيب الإغريقي القديم غالين تعود إلى عام 50 ق.م.

سرعان ما ذاع صيت فازيليس بأنه طالب حاذق وذكي ولكن معجوف وكثير المجادلات. فخلال ثاني دروسه في التشريح، تناول السكين من يد الحلاق وأدهش الجميع بمهاراته اليدوية في القطع وظهر كشخص واسع المعرفة بالتشريح.

ما يزال طالباً في الطب، نظم فازيليس ثورة خطيرة. إذ كان يبحث بعضاً من رفاقه على نيش مقابر باريس للحصول على العظام والأجسام الأدمية الميتة. وتحراً هو بنفسه على كلاب الحراسة الشرسة والروائح الشائنة لفесьمة مونافاكون بباريس (حيث كانت تجتمع جثث المجرمين بعد إعدامهم) وذلك طمعاً في الحصول على جثث طازجة لتشريحها ودراستها.

تخرج فازيليس عام 1537 م وانتقل بعدها جامعة بادوا بإيطاليا، حيث بدأ فيها سلسلة طويلة من المحاضرات تركزت على عمليات تشريح حقيقة وتجارب نسيجية أدمية. فتهافت الطلاب والأساتذة على محضراته تلك، مستمتعين بمهاراته العالية ومفاجآتة المستمرة في شرح تراكيب جديدة عليهم كالعضلات والأوعية الدموية بل وحق الأجزاء الرقيقة للدماغ البشري.

كلَّ فازيليس عمله بمحاضرة ألقاها من على مسرح محتشد في بولونيا في كانون الثاني (يناير) من عام 1540 م. وكغيره من الممارسين لهنة الطب، درُّب فازيليس على الإيمان بأفكار غالين والتي عارضت الكثير من الحقائق التي توصل إليها من خلال تجاربه. وكان هذا بالتأكيد مصدر مضايقة وإزعاج كبيرين له.

في هذه المحاضرة، أعلن فازيليس أمام الملأ - وللمرة الأولى - رفضه لشروطات غالين في التشريح موضحاً أن وصفها للعظم المنحني للفخذ ومحاجر القلب والظامان المفصصة للقصص الصدرية وغيرها كان ينطبق على تركيب أجسام القردة أكثر منها على أجسام البشر. فأفاض فازيليس في تبيان أكثر من 200 فرق بين التشريح الحقيقى للجسم البشري وشروطات غالين السابقة وسط دهشة الجميع. كيف لا وأن فازيليس يبرهن أن كل ما اعتمد عليه الأطباء والجراحون في أوروبا كان ينطبق على القردة والكلاب والمواشي، ويأن كل ما أتى به غالين وكل كتاب طبي آخر من قبل كان باطلًا !

---

\* في عام 1543 م، قام فازيليس بتشريح جثة أحد المجرمين أمام الملأ، و وهب الهيكل جامعة بازل التي لا تزال تحفظ به، ليكون بذلك أقدم مادة تشريحية في العالم - المترجم.

طاعناً المجتمع الطبي الخلقي في صميم فهمه، انزوى فازيليس لما يربو ثلاثة أعوام منهمكاً في وضع كتابه المفصل عن التشريح، معتمداً على فنانين أكفاء لرسم ما كان يُشرحه أمامهم من تراكيب بشرية كالعضلات والعظام والأوتار والأوعية الدموية والأعصاب والأعضاء الداخلية والدماغ.

أهى فازيليس كتابه الفخم عام 1543 م، وانصدم هو هذه المرة بشكك الأوساط الطبية له مفضلة تمسكها بآراء غالين كما اعتادت على ذلك دائماً. فأقدم فازيليس على قرار خطير - أحرق بنفسه جميع ملاحظاته ودراساته وأقسم على عدم القيام بتشريح أجسام آدمية قط بعد ذلك! لحسن حظنا، كتبَت الحياة لكتابه المنشور ليصبح المرجع القياسي لعلم التشريح البشري لما يزيد عن 300 عام.

حقائق طريفة: متوسط وزن الدماغ هو ثلاثة أرطال ويحتوي على حوالي 100 بليون خلية عصبية ترابط بحوالي 500 تريليون شجر! فلا تعاتب فازيليس تعذره عن وصف الخلايا العصبية المنفردة.



# قانون الأجسام الساقطة

## The Law of Falling Objects

سنة الاكتشاف 1598م

ما هذا الاكتشاف؟ تسقط الأجسام بالسرعة ذاتها بغض النظر عن أوزانها  
من اكتشف؟ غاليليو غاليلي Galileo Galilei

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يبدو هذا الاكتشاف بسيطاً وواضحاً، فال أجسام الثقيلة تفوق الخفيفة في بطيء سرعة سقوطها. لماذا يُعد إذن من الاكتشافات العظمى؟ لأنه أنهى ممارسة العلم طبقاً للنظريات الإغريقية القديمة التي جاء بها كل من أرسطو\* Aristotle وبطليموس وأرسى لقواعد العلم الحديث. فاكتشاف غاليليو هذا أحق علم الفيزياء بعصر النهضة والعصر الحديث، وكذلك مهد لاكتشافات نيوتن في الجذب العام وقوانينه في الحركة. إنه يُعد بحق اللبنة الأساسية للحديث من علم الفيزياء والهندسة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كثيراً ما كان أستاذ الرياضيات بجامعة بيزا الإيطالية صاحب الأربع والعشرين سنة، غاليليو غاليلي Galileo Galilei يراود كاتدرائية محلية كلما داعت مخيلته فكرة أو مشكلة ما. فكان يقضى أوقات طويلة في التفكير جالساً تحت ضوء المصايد المتبدلة من سقف الكاتدرائية، والتي أصبحت نفسها فيما بعد مصدراً لتفكير غاليليو. ففي أحد أيام صيف سنة 1598 م، أدرك بأن هذه المصايد تتحرك دائماً بالسرعة ذاتها!

قرر غاليليو حينها أن يقيس مدة استغراف كل دورة تأرجح لأحد المصايد معتمداً على نبضات شرائين عنقه. ثم قارنها بالزمن الدوري لمصباح أكبر، فوجدهما يتأرجحان بالسرعة ذاتها. من هنا استعان غاليليو بأحد الشبان القائمين على خدمة الكاتدرائية لإضاءة المصايد الكبيرة والصغرى وتحريكها معاً بقوة. وعلى مر أيام عديدة قاس غاليليو حركات

\* أرسطو طاليس (384-322 ق.م): فيلسوف إغريقي كتب في مواضع شتى، من ضمنها الفيزياء، الميتافيزيقيا، الشعر، المسرح، الموسيقى، المنطق، الخطابة، السياسة، الأخلاق، والأحياء. يعتبر طالباً لأفلاطون Plato واحداً من أهم الفلسفات الذين صاغوا الفكر العالمي و هيمنوا عليه لحين عصر النهضة الأوربية - المترجم.

المصابيح ولاحظ أنها تستغرق الوقت ذاته في إكمال دورة واحدة بغض النظر عن حجمها أو كبر قوس حركتها.

المصابيح الثقيلة، إذن، تتحرك بذات سرعة حركة المصابيح الأخف في تكملة دوراها. كان ذلك أمراً ممتع غاليليو. كيف لا وأنه يخالف فكرة محورية حول فهم العالم عمرها زهاء الألفي سنة!

وقف غاليليو في صفه بجامعة بيزا، مسكاً بطوبة واحدة في إحدى يديه وطوبتين ملتحمتين باليد الأخرى وكأنه يزنها ويقارن بينها: «أيها السادة، لقد كنت أراقب البندولات وهي تتارجح للأمام والخلف، ولقد توصلت إلى نتيجة. أرسطو على خطأ».

تلهمت جميع الطلاب قائلين: «أرسطو؟ مخطئاً!» فمن المفاهيم الأولية التي كان الطالب المبتدئ يتعلمها أن كتابات الفيلسوف الإغريقي القديم أرسطو طاليس هي أساس العلم، ومن ضمن نظرياته هذه أن الأجسام الثقيلة تسقط بسرعة أكبر لأنها ببساطة تزن أكثر.

اعتنى غاليليو مقعده ووضع الطوبتين بمستوى النظر ثم أسقطهما. يا للدهشة! لقد وصلتا الأرض بالوقت ذاته. «هل لامست الطوبية الثقيلة الأرض أولاً؟» سأله. هز طلابه برؤوسهم «كلا، لقد وصلتا في آن واحد».

«أكرا!» صاح غاليليو. تسمم طلابه في مكانهم هذه المرة وهم يرون أستاذهم يعيد تجربته. «هل لامست الطوبية الثقيلة الأرض أولاً؟» سأله غاليليو مجدداً. «كلا، لقد وصلتا أيضاً في الوقت ذاته». «أرسطو مخطئاً إذن!». وقع حكم الأستاذ كالصاعقة على طلابه المصدومين.

أخرج العالم عن الإذعان لحقيقة غاليليو. فها هو صديقه وتلميذه الرياضي أوستيليو ريشي Ostilio Ricci يقول: «لقد وصلت هذه الطوبية الملتحمة الأرض بنفس وقت وصول الطوبية المنفردة تلك. لكن لا أزال أؤمن بأن أرسطو ليس مخطئاً تماماً، إذ لا بد من إيجاد تفسير آخر».

قرر غاليليو أنه بحاجة إلى تحشد شعبي أكبر لإجراء تجربته بشكل أكثر قطعية وفاعلية. فيعتقد أنه قام بإسقاط قذيفتين مدفعتين تزن إحداهما عشرة أرطال والأخرى رطلاً واحداً من علو 191 قدماً من على قمة برج بيزا المائل. سواء أحدث ذلك أم لا، فإن الاكتشاف العلمي قد تحقق!



حقائق طريفة، بمناسبة الحديث عن الأجسام الساقطة من علو، فإن أعلى سرعة مسجلة لامرأة في سباق القفز بالمظلة هي 432,12 كم بالساعة (268,5 ميل بالساعة). وقد حققت هذه السرعة القياسية المسابقة الإيطالية المتهورة لوشيا بوتاري Locia Bottari في سويسرا وذلك يوم 16 أيلول (سبتمبر) 2002م، خلال مسابقة كأس العالم السنوية للقفز بالمظلة.

## حركة الكواكب

### Planetary Motion

سنة الاكتشاف 1609 م

ما هذا الاكتشاف؟ لا تدور الكواكب حول الشمس بمدارات دائيرية، بل إهليجية

من المكتشف؟ يوهانيس كبلر Johannes Kepler

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

حتى بعد تبسيطه وتصحيحه ثُمَّوج تركيب النظام الشمسي باكتشافه أن الشمس - لا الأرض، هي مركزه، افترض كوبرنيكوس (أسوة بن سبقة من الفلكيين) أن الكواكب تدور حول الشمس بمدارات دائيرية تماماً. وعليه ظلت الأخطاء تتوالى على قياسات تحديد موقع الكواكب.

بخلاف غيره، قدَّم كبلر لمفهوم الإهليجية ellipse باكتشافه أن الكواكب تدور في أفلاك إهليجية قليلاً. وهكذا تكون العلم من تقديم صور دقيقة لموقع وميكانيكا النظام الشمسي. يكفي كبلر فخرًا أنه وبعد 400 سنة من التطورات العلمية الواسعة، فإن تصوירنا لحركة الكواكب هو ذاته الذي جاء به كبلر، وعلى الأرجح سيقى كذلك إلى الأبد.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لما يقارب الألفي سنة، وضع العلماء الأرض في مركز الكون مفترضين أن جميع الأجرام السماوية تدور حولها بمدارات دائيرية تماماً. لكن التوقعات والقياسات المبنية على هذا النظام كانت تتعارض دائمًا مع القياسات الحقيقية، مما حدا بالعلماء إلى اختراع مفهوم الأفلاك التدويرية - على شكل دوائر صغيرة تدور حولها الكواكب، بينما تدور هي الأخرى حول المدارات الدائرية العظيمة لكل كوكب. ولكن ظلت الأخطاء تعاند العلماء، الذين استمروا من جانبهم بإضافة الأفلاك التدويرية الواحدة فوق الأخرى.

وأخيراً جاء الفرج على يد كوبرنيكوس الذي وضع الشمس في مركز النظام الشمسي، ولكنه استمر بافتراض أن الكواكب تدور في أفلاك مكتملة الدائيرية. ففي وقت تم فيه رفع معظم المدارات الثانوية، استمرت الأخطاء في التخطيط الكوكبي بتراكمها.

ولد يوهانيس كبلر Johannes Kepler في جنوب ألمانيا عام 1571م - أي 28 عاماً بعد إطلاق كوبرنيكوس لنظريته، ونشأ نشأة صعبة، فقد أحرقت خالته حيةً بتهمة السحر، وسرعان ما تلتها أمه. عاش الصبي كبلر طفولة عليلة وعاني ضعفاً في النظر فشلت الماناظر الطبيعية في تصحيحه. رغم أنها الأخرى لم تخل من مشاكل، إلا أن كبلر حظي بدراسة جامعية متفرقة.

تقلد كبلر عام 1597م منصب مساعد لعالم الفلك الألماني الشهير تاييكو برا Tycho Brahe، والذي كان حينها يقوم بقياس موقع الكواكب (وخصوصاً المريخ) بدقة من كافة أقرانه الأوروبيين. وبعد وفاته عام 1601م، ترك تاييكو لمساعده الشاب ميراثاً قيماً من الملاحظات والجداول المتعلقة بدراسات الكواكب.

رفض كبلر نموذج المدارات المتداخلة للكواكب وقرر تصميم مدار للمريخ يتوافق مع بيانات تاييكو. لقد كان لا يزال خطراً القول بحركة الشمس. فقد أفرغ العلماء المصلحون الذي آل إليه العالم فريار جيوردانو برونو Friar Giordano Bruno الذي أحرق حياً من قبل الكنيسة الكاثوليكية جزاء اعتقاده لأفكار كوبرنيكوس. وفي وقت لم يجرؤ فيه أحد من العلماء على دعم هذه الفكرة الراديكالية، أصرَّ كبلر على اعتماد نموذج كوبرنيكوس وبيانات تاييكو في دراسته للكواكب.

عبناً حاول كبلر العديد من التجارب والطرق الرياضية، فقد باءت جميعاً بالفشل. وحالَ ضعف بصره دون إثباته بلاحظات فلكية خاصة به، فاضطر أن يعتمد تماماً على قياسات سلفه العالم تاييكو. في عز إحباطه ذاك، توصل كبلر إلى فكرة لم تكن تخطر على البال: المدارات الكوكبية ليست دائرية تماماً! إن هذا هو التفسير الوحيد لقراءات تاييكو لكوكب المريخ.

لاحظ كبلر بأن افتراض مدارات إهليليجية (دوائر منتظمة) يتطابق بشكل أصيـطـ مع حركة الكوكبية المعاـسـة من قبل تاييكو. فأصبحت المدارات الإهليليجية تلك أول قانون لكـبـلـرـ. ثم تـبعـهـ بـقـائـونـ ثـانـ مـؤـدـاهـ أن سـرـعـةـ دورـانـ كـلـ كـوـكـبـ تـغـيـرـ طـبقـاـ لـبعـدهـ عنـ الشـمـسـ. فـكـلـمـاـ كـانـ الـكـوـكـبـ أـقـرـبـ،ـ كـلـمـاـ كـانـ السـرـعـةـ أـكـبـرـ.

نشر كبلر اكتشافاته عام 1607م، تلاه بثمانية عشر عاماً من الحساب جداول مفصلة عن حركة الكواكب الستة المعروفة وقتذاك. وكان هذا أول تطبيق عملي لجدائل

اللوغاريتم التي سبق أن اكتشفها الاسكتلندي جون نايبير John Napier \* خلال أولى سني عمل كبلر. وبجدال الحساب هذه (و التي تطابقت تماماً مع حسابات تحديد موقع الكواكب) أثبت كبلر اكتشافه للحركة الحقيقة للكواكب.

حقائق طريفة، دُعي بلوتو الكوكب التاسع لمدة 75 عاماً، منذ اكتشافه عام 1930\*\*. إن مدار بلوتو هو الأقل دائرة (أي الأكثر إهليلجية)، قياساً بجميع الكواكب الأخرى. فبعد نقطة منه هي على مسافة 7,4 بليون كم عن الشمس، بينما تبعد أقرب نقطة منه 4,34 كم فقط. وعندما يكون بلوتو عند أقرب نقطة، فإن مداره ينسل داخل مدار كوكب نبتون. لمدة 20 سنة من كل 248، يقترب بلوتو من الشمس أكثر من نبتون - وهو ما حصل تماماً خلال أعوام 1979-1999م. إذن، خلال هذه الفترة كان بلوتو الكوكب الثامن وليس التاسع\*\*\*!



---

\* جون نايبير (1550-1617م): رياضي و فيزيائي و فلكي و منجم اسكتلندي، اخترع اللوغاريتمات وعداداً حسائياً عرف باسمه، كما و روج لاستخدام الفاصلة العشرية -المترجم.

\*\* اكتشفه الفلكي الأمريكي كلайд تومباو Clyde Tombaugh (1906-1997م) -المترجم.  
\*\*\* لم يعد بلوتو كوكباً منذ عام 2006م، بل كوكباً قرماً و عضواً أكبر في مجموعة تعرف بحزام كويبر Kuiper belt. جاء ذلك عقب تعريف الاتحاد الفلكي الدولي IAU للكوكب، إذ هو جسم سماوي - له مدار حول الشمس -2 وله كتلة كبيرة كافية لكي تغلب قوة جذبه الخاصة على القوى الجسمية الأخرى بحيث تتحذ شكلًا هيدروستاتيكياً متوازناً (شبه كروي) -3 وقد حرر الجوار الخيط به على مداره بحيث لا يقاطع مداره حول الشمس مع أي جرم آخر.

وقد فشل بلوتو في الإيفاء بالشرط الثالث، حيث تفوق كتلته كتلة الأجرام الواقعة في مداره 0,07 مرة فقط (بينما تفوق كتلة الأرض الكتلة المتبقية في مدارها الخاص بـ 1,7 مليون مرة) -المترجم.

## أقمار المشتري

### Jupiter Moons

سنة الاكتشاف 1610م

ما هذا الاكتشاف؟ تلألأ كواكب أخرى (عدا الأرض) أقماراً خاصة بها  
من المكتشف؟ غاليليو غاليلي Galileo Galilei

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف غاليليو بأن للكواكب الأخرى أقمارها، وبذلك ساهم في توسيع الإدراك البشري خارج نطاق كوكبنا الأأم، كما وساهم استعماله الدقيق للتلسكوبات التي صنعها على إرساء الأساس الأولى لعلم الفلك الحديث. لقد كانت اكتشافاته الأولى فلكيّاً من حيث استعمال التلسكوب.

أثبت غاليليو بأن الأرض ليست كوكباً فريداً في الكون. فقد حَوَّل بقعاً ضوئية تُرَصَّع سماء الليل إلى أجسام كروية خلابة – إلى أماكن حقيقة وليس مجرد نقط ضئيلة مضيئة. وهذا أكَّد صحة الفلكي البولندي نيكولاوس كوبرنيكوس في دعواه بمركزية الشمس.

بتلسكوبه البسيط، وضع غاليليو لوحده النظام الشمسي والجرارات وبباقي الكون الفسيح ضمن متناول أيدينا، حيث كان تلسكوبه كفياً بفتح آفاق و المعارف جديدة لم تكن موجودة من قبل، ولو لاه لم تكن لتساجم فقط.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان هذا اكتشافاً تخوض عن اختراع – ألا وهو التلسكوب. استعمل غاليليو تلسكوبه أول استعمالاً أواخر عام 1608م وأيقن لفوره بأن تلسكوباً أكثر تطوراً سيكون بمثابة نعمة تُسْيَغ على أي فلكي. بأواخر عام 1609م، قَدِّمَ تلسكوب جديد ذو قوة تكبيرية تساوي 40 ضعفاً ومزود بعدستين اثنين، ليكون بذلك أول تلسكوب يستعمل للأغراض العلمية.

بحث مثير نشره يوهانيس كيلر يشرح فيه مدارات الكواكب كان كفياً ياقناع غاليليو بصحّة نظرية الفلكي البولندي نيكولاوس كوبرنيكوس والتي دعا فيها بأن الشمس، لا الأرض، مركز للنظام الشمسي. إلا أن الإعلان بهذه النظرية كان أمراً خطراً للغاية،

فالعقوبة كانت الحرق حيًّا كما حصل للعالم فريار جياردونو برونو. هنا قرر غاليليو إثبات صحة نظرية كوبرنيكوس باعتماد مخططات أدق لحركات الكواكب.

كان القمر أول فريسة لتلسكوب غاليليو، فبدت رؤية الجبال والوديان واضحة على سطحه. كما شاهد فوهات بركانية عميقه ذات حواف طويلة مسننة كمدية الخنجر. لقد كان هذا القمر مختلفاً تماماً عن القمر الأملس الذي وصفه أرسسطو وبطليموس (الفلكيان الإغريقيان اللذان كانت آرائهما لا تزال تشكل جميع أسس العلم المعروفة عام 1610م، وحظيت بإيمان الكنيسة الكاثوليكية المتنفسة وجل علماء أوروبا آنذاك)

بليلة واحدة من مراقبة سطح القمر خلال تلسكوبه، أثبت غاليليو - من جديد - بأن أرسسطو كان مخطئاً. ولكنه تذكر جيداً بأن آخر تحدٍ له لأفكار أرسسطو كان قد كلفه منصبه التدريسي وذلك عندما ثبتت صحة دعوه بأن الأجسام تسقط جميعاً بالسرعة ذاتها بغض النظر عن أوزانها.

حوالى غاليليو تلسكوبه الآن إلى المشتري، أكبر الكواكب، وعمل على دراسة حركته بدقة على مر بضعة أشهر. من خلال تلسكوبه (telescope هي كلمة إغريقية تجمع بين كلمتي البعد والنظر)، شاهد غاليليو صورة مكبّرة عن السموات ففتحت عيناه على مناظر لم تسبق لعين بشرية أن رأها قط من قبل. فها هو الآن يرى المشتري بوضوح، ويما للدهشة! كانت هناك أقماراً تحيط بالكوكب العملاق.

بينما اعتقاد أرسسطو (و تلاه جميع العلماء) بأن كوكب الأرض متفرد بامتلاكه القمر، استطاع غاليليو أن يكتشف أربعة من أقمار المشتري في غضون أيام، لتكون أولى الأقمار المكتشفة إضافة إلى قمرنا نفسه، ولثبتت بأن أرسسطو مخطئاً من جديد.

الأفكار القديمة لا غوت بسهولة أبداً. ففي سنة 1616م، حرم مجلس الكاردinalات غاليليو من بث أو تطوير أفكار كوبرنيكوس، في حين رفض العديد من رهبان الكنيسة النظر من خلال التلسكوب، مدعين بأنه كان عبارة عن خدعة سحرية وبأن الأقمار كانت مجرد أجسام متأللة ضمن التلسكوب نفسه.

بتجاهل غاليليو لهذه الخاذير، استُقدم إلى روما للممثل أمام محكمة التفتيش الكنسية، تلته محاكمة مُجْهَدة أدين فيها وأُجبر على التبرُّؤ علينا من أفكاره ونظرياته، ثم حُبس في منزله لحين وفاته عام 1640م. لم يسمع رهين الحبس غاليليو طيلة ما تبقى من حياته سوى

صدى صوته الكسير وهو يؤكد على صحة اكتشافاته دون جدوى. أما الكنيسة فلم تدحض إدانتها لغاليليو واكتشافاته العظيمة إلا في تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1992م ، أي بعد 376 عاماً من إصدارها بحقه عن ظلم وإجحاف.\*

حقائق طريفة، كان غاليليو ليتعجب لو عرف بأن المشتري يشبه النجم في تركيبه. فلو كان أكبر بحوالي 80 ضعفاً، لكان أعتبر نجماً وليس كوكباً.



---

\* في وقت دحست فيه الكنيسة إدانتها لغاليليو، إلا أنها لا تزال متربدة في رد الاعتبار إلى جياردونو برونو الذي أحرقه حياً في روما يوم 17 شباط (فبراير) 1600م بتهمة المهرقة - المترجم.

## جهاز الدوران البشري

### Human Circulatory System

سنة الاكتشاف 1628 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول فهم متكامل للكيفية التي تشكل بها الشرايين والأوردة  
والقلب والرئتين جهازاً دوارياً تماماً واحداً  
من المكتشف؟ وليام هارفي William Harvey

لماذا يُعدُّ هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر الجهاز الدوراني جسم الإنسان التعريف الفعلي للحياة، إذ لا يضاهيه جهاز آخر في أهميته لتواجدنا، ومع هذا بقي طي الكتمان لغاية 400 سنة مضت. أجزم الكثيرون بأن ما ينبع داخل الصدر كان صوت الضمير وهو يصبح داخل جسم صاحبه، وقد ساد اعتقاد بأن الدم يُصنع في الكبد ويُستهلك من قبل العضلات. كما آمن الكثيرون بأن الشرايين كانت مملوئة باهواء.

اكتشف وليام هارفي الوظيفة الحقيقة لهذه العناصر الأساسية للجهاز الدوراني (القلب، الرئتين، الشرايين، والأوردة) ورسم أول مخطط كامل ودقيق لجهاز الدوران لدى الإنسان. وكان أول من اعتمد الطرق العلمية في الدراسات البيولوجية، فاقتدى به جميع العلماء بعد ذلك. يُعد كتاب هارفي الذي أصدره سنة 1628 م بداية لعلم الفسلحة الحديث.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان الأطباء في القرن السادس عشر لا يزالون يعتمدون على الكتابات القديمة للطبيب الإغريقي غالين Galen التي كتبها قبل ما يقارب 1500 سنة من ذلك الزمان، ومن ضمن ما جاء فيها أن الطعام يتحول إلى دم في الكبد ليُستخدم بعد ذلك كمصدر للطاقة في الجسم. وكانت الغالبية العظمى تؤيد أن الدم الذي يجري في الشرايين لا علاقة له بالدم الذي يجري في الأوردة.

ولد وليام هارفي William Harvey في إنجلترا سنة 1578 م، ودرس الطب في جامعة أكسفورد، ثم حظي بعد ذلك بدعوة للدراسة في جامعة بادوا بإيطاليا، حيث كانت تعتبر آنذاك عاصمة الطبابة الأوروبية.

لما عاد هارفي أدراجه إلى وطنه الأم سنة 1602 م، تزوج ابنة الطبيب الشخصي للملكة إليزابيث ثم عُين طبيباً في بلاط الملك جيمس الأول، فطبيباً شخصياً للملك تشارلز الأول سنة 1618 م.

خلال عمله في البلاط الملكي، إهتم هارفي بدراسة الشرايين والأوردة. فأجرى تجارب واسعة النطاق على الحيوانات والجثث الأدمية، توصل من خلالها إلى اكتشاف الصمامات الوريدية. لم يكن هارفي، بطبيعة الحال، أول من يكتشف الصمامات الوريدية، ولكنَّه كان بالتأكيد أول من اكتشف وظيفتها في توجيه الدم باتجاه القلب فقط، مانعة رجوعه بالاتجاه العاكس.

أجرى هارفي سلسلة من التجارب على الحيوانات قام من خلالها بإحکام ربط شريان أو وريد ما على حدة ومن ثم سوية ليستطيع ما يحدث لجريان الدم خلال فترة الربط وبعد فكه على التوالي. أثبتت هذه التجارب بأن الشرايين والأوردة في ارتباط مباشر ضمن دورة مغلقة يجري من خلالها الدم من الشرايين إلى الأوردة.

حوال هارفي اهتمامه إلى القلب بعد ذلك وسرعان ما أدرك بأن القلب يمتلك وظيفة عضلية يضخ من خلالها الدم إلى كل من الرئتين والشرايين. وبمتابعة لجريان الدم في أجسام حيوانات متعددة، لاحظ هارفي بأن الدم لا يستهلك أبداً، بل يدور بشكل متواصل محملاً الهواء والماء الغذائية لأنسجة الجسم المختلفة.

وبحلول عام 1625 م، توفر لدى هارفي ما يكفيه لتقديم صورة كاملة تقريباً عن الجهاز الدوراني. ولكن بقي هنالك أمران اثنان يقضيان مضاجعه. الأول أنه لم يستطع تفسير الكيفية التي ينتقل بها الدم من الشرايين للأوردة رغم إثبات تجربته لهذه الحقيقة (إذ لم يكن микросkop متوفراً آنذاك كي يمكن هارفي من رؤية أوعية صغيرة بحجم الشعرات الدموية، حيث اكتشفها الإيطالي مارتشيلو مالبيجي \* Marcello Malpighi 1670 م) بواسطة الميكروسkop مقدماً بذلك الحلقة المفقودة في جهاز هارفي الدوراني، وذلك عام 1670 م أي بعد ثلاث سنوات من وفاة هارفي).

أما المعضلة الثانية والأدھي حقيقة، فكانت تكمن في خوفه من رد فعل الكنيسة والرأي العامخصوصاً فيما يتعلق بمستقبل خدمته في البلاط فيما لو صرخ بأن القلب

---

\* مارتشيلو مالبيجي (1628-1694 م) عالم إيطالي يعد أول عالم أنسجة وسيت تراكيب عديدة في الجسم باسمه - المترجم.

مُجْرِد مَضْخَة عَضْلِيَّة وَلَيْس مَكْمُنًا لِلرُّوحِ والضمير والناسخ. فَكَانَ مَتْنُفَسِهِ الْوَحِيدُ عَشَورَهُ عَلَى دَارِ نَسْرِ أَلمَانِيَّة صَغِيرَةٍ تَكْفُلُ بِنَسْرِ مَلْخَصٍ لَا يَتَعَدَّ 72 صَفَحَةً عَنْ كِتَابِهِ وَبِالْلُّغَةِ الْلَّاتِينِيَّةِ (لُغَةِ الْعِلْمِ آنِدَالِكَ)، تَلَافِيًّا لِوَقْعِهَا بِأَيْدٍِ إِنْجِليْزِيَّة.

لَكِنْ شَهْرَةُ كِتَابِ هَارِيِّ الْخَطِيرِ مَا لَبِثَتْ أَنْ تَفَشِّتْ فِي جَمِيعِ أَرْجَاءِ أُورْبَا وَكَانَتْ كَفِيلَةً بِتَجْرِيْدِهِ مِنْ سَعْتِهِ الطَّبِيَّةِ وَالْعِلْمِيَّةِ فِي الْحَالِ، فَفَقَدَ الْكَثِيرُ مِنْ مَرْضَاهُ. وَلَكِنْ فِي النَّهَايَةِ لَا يَصْحُ إِلَّا الصَّحِيحُ، فَقَدْ كَانَ هَارِيُّ الْخَطِيرُ دَقِيقًا جَدًا فِي تَجَارِبِهِ وَهَذَا مَا تَكَلَّلَ بِاعْتِمَادِ كِتَابِهِ كِمْرَجُعٌ عَنِ الْجَهَازِ الدُّورَانِيِّ، وَذَلِكَ عَامُ 1650 م.

حَقَائِقُ طَرِيقَةِ: يَتَرَعَّ الأَمْرِيْكِيُّونَ بِأَكْثَرِ مِنْ 16 مِلْيُونَ كِيسٍ لِلَّدَمِ سَنْوِيًّا،  
وَهُوَ مَا يَكْفِي لِلَّمَّا مَسْبِعُ عَرْضِهِ 20 قَدْمًا، عَمَقُهُ 8 أَقْدَامٍ وَطَوْلُهُ حَوَالِيَ ثُلُثْ مِيلٍ!



## ضغط الهواء

Air Pressure

سنة الاكتشاف 1640م

ما هذا الاكتشاف؟ إن للهواء (الجو) وزناً وضغطًا يسلطه علينا

من المكتشف: إيفانجيلista توريشيلي Evangelista Torricelli

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من الواضح للوهلة الأولى بأنها مجرد ملاحظة بسيطة، إن للهواء وزناً وضغطًا يسلطه علينا. ولكننا لا نخس بتأثير هذا الوزن علينا لأنه طلما كان جزءاً من عالمنا. الأمر ذاته ينطبق على العلماء الأوائل من فاقهم جميعاً قياس وزن الهواء والضغط الجوي.

كان اكتشاف إيفانجيلista توريشيلي مدخلاً لدراسة جادة للطقس والجو، وأرسى الأسس التي أفادت نيوتن وغيره من العلماء في دراساتهم للجاذبية. كما ومهّد لتوريشيلي نفسه فيما بعد لتقديم مفهوم الفراغ vacuum واختراع البارومتر - الأداة الأساسية والأكثر أهمية لدراسة الطقس.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أحد أيام تشرين الأول (أكتوبر) الصافية من عام 1640م، أجرى غاليليو تجربة حول مضخة الامتصاص، وذلك عند بئر عام بالقرب من ميدان سوق فلورنسا الإيطالية. فقام العالم المشهور بغمض أنبوب طويل في مياه البئر القاتمة. ومن البئر مدد أنبوب غاليليو نحو الأعلى ليلتف حول حزمة خشبية متشابكة على ارتفاع ثلاثة أمتار فوق جدار البئر، ويتزلغ نحو الأسفل حيث تستقبله مضخة يدوية يتحكم بها اثنان من معاونيه: إيفانجيلista توريشيلي Evangelista Torricelli البالغ من العمر اثنين وثلاثين عاماً وابن تاجر ثري والعالم الطموح، والثاني كان جيوفاني وباليانi Giovanni Baliani، وهو الآخر عالم فزيائي إيطالي.

قام توريشيلي وباليانi بضمخ مقوود المضخة الخشبي ماصين الهواء من أنبوب غاليليو ببطء وساحرين في الوقت ذاته الماء لمستوى أعلى ضمن الأنبوب. واستمرّا بالمضخ لحين تسطح الأنبوب وكأنها قشة مبلولة دُسّت عليها. لكن بغض النظر عن مقدار ما كانوا يبذلان

من جهد، لم يكن الماء ليترفع أكثر من 9,7 م فوق مستوى سطح الماء بالبئر، وتكررت هذه النتيجة بتكرار أداء التجربة.

افتراض غاليليو حينها بأن وزن عمود الماء في الأنابيب كان السبب - بطريقة ما - وراء إرجاع مستوى إلى ذلك الحد كلما حاولوا رفعه أكثر.

لكن لغز أنابيب الامتصاص ظل يحيط توريتشيلي الذي عاود التفكير فيه بجدية سنة 1643م. فلو كان غاليليو صائباً، فإنه يفترض لسائل أنقل أن يصل لنفس الوزن الخارج وبالتالي ينخفض مستوى خد أدنى. وزن الزئبق كان 13,5 ضعف وزن الماء، وعليه لا يفترض لعمود الزئبق أن يرتفع أكثر من  $\frac{1}{13,5}$  من ارتفاع عمود الماء أو ما يقارب 30إنشاً (76,2 سم).

قام توريتشيلي بملأ أنابيب زجاجي طوله 6 أقدام (182 سم) بالزئبق السائل، وسأله النهاية المفتوحة بقطعة قطن. ثم قلب الأنابيب وغمس النهاية المسدودة في حوض يحتوي على الزئبق السائل قبل رفعه للسدادة. وكما توقع، انساب الزئبق من الأنابيب إلى الحوض، ولكن ليس جميعه.

وكان قياس ارتفاع العمود المتبقى للزئبق 30إنشاً - تماماً كما توقع توريتشيلي. ولكن استمر توريتشيلي في افتراض أن اللغز يكمن في الفراغ الذي تركه فوق عمود الزئبق.

وفي اليوم التالي، وبينما كانت الريح و قطرات المطر الباردة ترتطم بنوافذ بيته، أعاد توريتشيلي تجربته بهدف دراسة الفراغ فوق مستوى الزئبق. ولكن المثير للدهشة أن عمود الزئبق ارتفع إلى مستوى 29إنشاً (73,6 سم)، في وقت افترض فيه توريتشيلي أن يكون الارتفاع ثابتاً! ما الذي اختلف اليوم عن البارحة؟ تمعن توريتشيلي في التفكير بهذا اللغز الجديد في حين استمر المطر في ضرباته على نافذة الغرفة دون رحمة.

ما أختلف ذاك اليوم كان الجو - الطقس! توقف تفكير توريتشيلي على فكرة ثورية جديدة تماماً. إن للهواء نفسه وزناً. إن الجواب الحقيقي للغز مضخة الامتصاص لا يكمن في وزن السائل ولا في الفراغ الذي يعليه، بل في وزن الهواء الجوي الضاغط عليه من الأعلى.

أدرك توريتشيلي، إذن، بأن وزن الهواء في الجو قد ضغط على الزئبق في الحوض الذي يحتويه، مما أدى إلى دفع الزئبق داخل الأنابيب. وزن الزئبق في الأنابيب يجب أن يساوي تماماً وزن الهواء الخارجي المسلط على الزئبق في الحوض.

بتغير وزن الهواء الخارجي، فإنه سيدفع بالزئبق الموضوع في المخض أقل أو أكثر بقليل وبالتالي سيغير ارتفاع الزئبق في الأنبوب لمستوى أدنى أو أعلى بقليل. فالتغير بالطقس لا بد أن يغير وزن الهواء الخارجي.

لقد اكتشف توريتشيلي الضغط الجوي وقدم طريقة لقياسه ودراسته.

**حقائق طريقة:** نادراً ما ينخفض مستوى الزئبق في البارومترات المترية بأكثر من 0,5 إنشاً (1,27 سم) تزامناً مع تغير الطقس من هادئ إلى عاصف. وكان الانخفاض الأدنى هو 2,963 انج (7,52 سم) من الزئبق قيس ضمن إعصار بساوث داكوتا، وذلك في حزيران (يونيو) سنة 2003 م.



## قانون بوويل

Boyle's Law

سنة الاكتشاف 1650م

ما هذا الاكتشاف؟ يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع مقدار القوة الضاغطة عليه

Robert Boyle من المكتشف؟ روبرت بوويل

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

أرسى المفهوم الذي اكتشفه روبرت بوويل (أو ما يعرف الآن بقانون بوويل) لقواعد جميع الدراسات الكمية والتحليلات الكيميائية للغازات. فلقد كان أول صيغة كمية للدراسة سلوك الغازات، كما ويعتبر من أساسيات فهم الكيمياء حيث يدرس ضمن بداية المنهاج التعليمي لأي طالب كيمياء.

بوصفه عملاً تجريبياً عقرياً، أثبت بوويل بأن الغازات تتالف من ذرات - تماماً مثل المواد الصلبة. ولكن ما يميز ذرات الغاز أنها منتشرة على مسافات متباينة عن بعضها البعض وقابلة للانضغاط. و هكذا تجارب، ساهم بوويل في إقناع الوسط العلمي بوجود الذرات - القضية التي طال النقاش في صحتها ألفي عام من الزمان منذ أن افترضها العالم ديموقريطس \* Democritus للمرة الأولى سنة 440 ق.م.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

إنحدر روبرت بوويل Robert Boyle من عائلة نبيلة وكان عضواً للمجمع العلمي البريطاني. وفي أحد اجتماعات الجمع عام 1662م، تلا روبرت هوكر Robert Hooke بحثاً حول تجربة فرنسية توضح «مطايا الهواء». لقد حظيت دراسة خصائص الهواء باهتمام كبير لدى علماء القرن السابع عشر.

بني العلماء الفرنسيون اسطوانة خاصية مسدودة بقوة بواسطة مكبس. قام عدد من الرجال بالضغط على المكبس بقوة، ضاغطين بذلك الهواء الخصور بالاسطوانة، ثم انصرفوا بعد أداء مهمتهم. ارتفع المكبس من جديد، ولكن ليس بنفس مقدار ارتفاعه السابق.

\* ديموقريطس (370-440 ق.م.): فيلسوف مادي إغريقي، بلور الفكرة القائلة بأن المادة تتالف من أجزاء غير مرئية وغير قابلة للتغيير أسمتها *atoma* «أي الوحدات الغير مرئية» أو الذرات - المترجم.

صرح الفرنسيون من خلال تجربتهم هذه بأن الهواء ليس على درجة كاملة من المطاطية. عند تسليط ضغط عليه، فإنه يحافظ على جزء من حالة انضغاطه.

ولكن كان لروبرت بويل رأي آخر تماماً. حيث حكم بعدم جدوا التجربة الفرنسيين موضحاً بأن المكبس كان من الضيق والإحكام بما يعيق كامل رجوعه لمستواه الأصلي بعد رفع الضغط عنه. فجادله آخرون متذمرين بأن التجربة كانت ستفشل حماً نظراً لسرب الهواء في حال استعمال الفرنسيون مكبساً متراخيّاً.

تعهد بويل بصنع مكبس مناسب غير محكم ولا متراخي بشدة. كما أكد لزملائه بأن مكبسه المتكامل هذا سيثبت خطأ الفرنسيين في تجربتهم.

بعد أسبوعين وقف روبرت بويل قبالة الجمع مسكاً بأنبوب زجاجي كبير مائل على شكل حرف L. أحد طرفي الأنبوب كان مرتفعاً حوالي 3 أقدام (90 سم) وضيقاً، بينما كان الطرف الثاني قصيراً وأعرض قطراً. وكان الطرف القصير مسدوداً، بينما كان الطرف الطويل مفتوحاً.

سكب بويل الزئبق السائل داخل أنبوبه فملأ قاع الأنبوب وارتفع ارتفاعاً منخفضاً في كلا طرفي الأنبوب. انحصر جيب كبير من الهواء فوق عمود الزئبق في الطرف القصير العريض. وهنا أردف بويل معرفاً لمفهوم المكبس بأنه أي جهاز يمكن بواسطته الضغط على الهواء. بما أنه استعمل الزئبق السائل كمكبس، فإنه لا يوجد أي احتكاك من شأنه التأثير على النتائج - كما حصل في التجربة الفرنسية.

قس بويل وزن المكبس الزجاجي وحرفر خطأ في الزجاج عند التقاء الزئبق بالهواء المخصوص. ثم قطر الزئبق السائل في الطرف الطويل لحد امتلاءه، فانضغط الهواء المخصوص لأقل من نصف حجمه الأصلي نتيجة وزن وقوفة الزئبق.

حرفر بويل خطأ جديداً على الطرف القصير للأنبوب مشيراً إلى المستوى الجديد للزئبق وبالتالي الحجم المضغوط للهواء المخصوص. وأخيراً قام يافراغ الزئبق من خلال صمام أسفل الأنبوب حتى تساوى وزن الزئبق والمكبس الزجاجي مع وزنها السابق، فرجع عمود الزئبق إلى مستوى الأول بالضبط. الهواء المخصوص قد فقز، إذن، إلى مستوى انطلاقه، وهو ما يؤكّد أن الهواء يتمتع بقابلية مطاطية تامة. أحبط الفرنسيون، وأصاب بويل.

واظّب بويل على تجاريّه مستعملاً مكبسه الزجاجي المضحك ولاحظ شيئاً جديراً بالاهتمام. إذ لما كان يضاعف الضغط (وزن الزئبق) على حجم معين من الهواء المضغوط

بمقدار مرتين، فإن الحجم كان يقلُّ للنصف. كما أن مضاعفة الضغط ثلاث مرات أدت إلى تقليل حجم الهواء للثلث. فالتغير في حجم الهواء المضغوط تناسب دوماً مع التغير بالضغط المسلط عليه. وقد عَبَرَ بويل عن هذه العلاقة بمعادلة رياضية بسيطة تعرفاليوم بقانون بويل. قانون فاق جميع القوانين الأخرى من حيث الأهمية في فهم واستغلال الغازات لتلبية احتياجات بني البشر.

حقائق طريفة، حققت عالمة الخيطات سيلفيا ايرل Sylvia Earle الرقم القياسي للغوص الأحادي للسيدات (1000 م أو 3281 قدم). وحسب مبدأ بويل، يكون الضغط بهذا العمق 100 أضعاف مقداره عند السطح الخارجي.



## وجود الخلايا

### The Existence of Cells

سنة الاكتشاف 1665م

ما هذا الاكتشاف؟ تعرّف الخلية وحدة البناء الأساسية لجميع الكائنات الحية

من المكتشف؟ روبرت هوك Robert Hooke

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعبر الخلية الوحدة الأساسية للبناء والتركيب. هنالك ملايين لا تُحصى من الخلايا تكون أجسام الحيوانات والنباتات، ويمكن دراسة وظائف الجسم بدراسة الخلايا على انفراد. فكما سمح اكتشاف الجزيئية والذرة للعلماء بفهم أعمق للمواد الكيميائية، فإن اكتشاف الخلية سمح لعلماء الأحياء بفهم أعمق للكائنات الحية.

إن استعمال هوك للميكروسكوب فتح عيون الناس على دقائق العالم المجهرى على غرار تعريف غاليليو الناس بأسرار الكون الفسيح من خلال استعماله للتلسكوب. كما أولدت اكتشافات هوك العلم المجهرى كفرع جديد من فروع العلم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

وراء روبرت هوك Robert Hooke قصة ممتعة. في بينما كان هزيلًا علياً في صغره، لم يتكلّل والده أعباء تعليمه ظناً منهما أنه لن يعيش طويلاً. وعندما عاند الصبي هوك الحياة وعاش لسن الحادية عشرة، منحه أبوه على مضض حصصاً من التعليم المترتب. وفي سن الثانية عشرة، وبينما كان يراقب رساماً تشكيلياً خلال عمله، عقد هوك عزمها على تقليده قائلاً كلامه الذي ظل يراقبه فيما بعد «أستطيع أن أقوم بهذا». وفعلاً أظهرت بعض رسوماته الأولية موهبته في هذا الفن.

توفي والده بعد ذلك بعام، تاركاً له ميراثاً هزيلًا لم يتجاوز 100 جنيه إسترليني. خطر هوك استغلال هذا المبلغ في دراسة أصول الرسم عند أحد الفنانين، ولكن سرعان ما أدرك أن روائع أصابع الرسم تسبّب له صداعاً شديداً.

صرف هوك ماله، بدلاً عن ذلك، في دخول مدرسة ويستمنستر. وفي واحدة من أولى أيامه هناك، استمع هوك لرجل يعزف على آلة الأرغن في المدرسة وهناك عقد عزم من

جديد على امتهان العزف «أستطيع أن أقوم بهذا». وحقاً استطاع هوك أن يثبت نفسه عازفاً ماهراً بل وعمل بعدها قائداً للفرقة الموسيقية في المدرسة وعضواً في فرقة الإنشاد الكنسى.

لكن الحظ خالف هوك المسكين من جديد، فها هي الحكومة الإنجليزية المتزمتة الجديدة تمنع الموسيقى والكورسات الكنسية باعتبارها عبثاً وهواً لا طائل منها. قرر هوك، بعد أن ذهبت جنيهاته سدىًّا، أن يعمل خادماً للطلاب الآثرياء بالقرب من جامعة أكسفورد.

«أستطيع أن أقوم بهذا»، قالها هوك من جديد وهو منبهر بالعلم والتجارب. ولم يخيبه العلم كما خيبة الفن سابقاً. بل تعتبر خدمته لطلاب أكسفورد (غالباً روبرت بويل) فاتحة واحدة من أكثر التجارب العلمية عطاءً في تاريخ إنجلترا. وحقق هوك خلال فترة وجيزة شهرة واسعة النطاق كبانٍ ومجربٍ من الطراز الأول.

في عام 1660م، انضمَّ هوك إلى الجمع الملكي (منظمة علمية إنجليزية مبكرة) وعمل لفورة على إجراء سلسلة من التجارب مستفيداً من الاختراع المذهل للعقد الأخير من القرن الخامس عشر المسمى بマイكروسكوب. نظراً لشحة عدد микروسكوبات القادرة على التكبير 100 ضعف الحجم الأصلي وصعوبة استعمالها وضعف قدرها التركيزية، ساهم هوك عام 1662م في تصميم ميكروسكوب ذي قدرة تكبيرية تساوي 300 ضعف، واستعمله في معاينة التركيب الدقيق للأشياء المألوفة من حوله. مستفيداً من هذا الميكروسكوب ومن موهبته الفنية، أنجز هوك أولى الدراسات التفصيلية للعالم المجهري. فرسم صوراً دقيقة قريبة من الواقع لتركيب مختلفة كالعيون المركبة للذباب، تركيب ريش الطيور، وأجنحة الفراش. كما اكتشف ورسم عدداً من الكائنات المجهرية.

و في عام 1664م، أدار روبرت هوك دفة مجهره هذه المرة إلى قطعة جافة من القطن، فوجدها مكونة من ثقوب مستطيلة صغيرة شديدة التراص. يتألف القطن بالذات من خلايا كبيرة مفتوحة، وهذا ما مكّن هوك من رؤيتها بذلك الوضوح، في حين أن خلايا النباتات والحيوانات الأخرى من الصغر بحيث لا يمكن مشاهدتها أبداً باستعمال هكذا ميكروسكوب.

أطلق هوك على هذه الثقوب اسم *cells* أو خلايا (و هي كلمة لاتينية تشير إلى الحجرات الصغيرة المصطفة جانباً - كفر السجون مثلاً). كانت هذه الخلايا فارغة لأن قطعة القطن كانت ميتة ببساطة. ويحسب هوك أنه افترض أن هذه الخلايا لابد أن تكون

مليئة بالسوائل في حالة الحياة\*. بقيت الكلمة خلية قيد الاستعمال، والأهم من ذلك أنها ألهبت مشاعر علماء الأحياء للباحث في هذا الاكتشاف الجديد. فبين لهم جميعاً أن العالم الحي مؤلف حقيقةً من خلايا متراصة كما هي قطع البلاط في بناء ما. وانساق حقل الأحياء برمته نحو دراسة تركيب ووظائف الخلايا.

حقائق طريفة: يعبر علم الخلايا العلم الوحيد الذي يتزاد في مصطلحاته التضاعف والانقسام. فتضاعف الخلايا يعني ببساطة انقسامها!



---

\* إضافة إلى اكتشافه للخلايا، عرف عن هوك وضعه لقانون المطاطية، مساعدته لوييل في بناء مضخات التفريغ المستعملة في قانون الغازات للأغير، كما وعده معماريًّا بارعاً ساهم في إعادة ترميم لندن بعد الحريق الكبير عام 1666م. عمل على مراقبة دوران المريخ وطارد، ويعتبر أول من أفاد بتمدد المادة لدى تسخينها و بتكون الغازات من دقائق متباعدة. اشتهر بعمله في الجاذبية كذلك و احتمل التنافس بينه وبين نيوتن الذي تعمد طمس هوية هوك لدى توليه رئاسة الجمع الملكي بما في ذلك تحطيمه للصورة الوحيدة له في مبنى الجمع - المترجم.

## الجذب العام

Universal Gravitation

سنة الاكتشاف 1665م

ما هي الظاهرة؟ الجاذبية هي قوة الجذب التي تسلطها جميع الأجسام على بعضها البعض

من المكتشف؟ إسحاق نيوتن Isaac Newton

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

بحلول مطلع القرن السابع عشر، كانت أنواع عديدة من القوى قد تم التعرف عليها - كالاحتكاك والجاذبية ومقاومة الهواء والقوى الكهربائية وغيرها. ولكن يعود الفضل في توحيد هذه القوى المختلفة ظاهرياً إلى مبدأ نيوتن الرياضي، حيث بلورها جيعاً في مبدأ قياسي موحد. تسقط تفاحة، للناس أووازها، يدور القمر حول الأرض - جيعها لسبب واحد مشترك. فكان قانون الجاذبية لنيوتون عثابة مبدأ مبسط عملاق.

يعتبر مفهوم نيوتن ومعادلاته في الجاذبية من المفاهيم الأكثر تداولاً في الحقل العلمي برمته. كما وندين في بناء القسم الأكبر من فيزيائنا الحديثة إلى مبدأ نيوتن في الجذب العام وفكerteه بأن الجاذبية من الخصائص الجوهرية للمواد جيعها.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1666م، كان إسحاق نيوتن Isaac البالغ من العمر ثلاثة وعشرين عاماً يعمل زميلاً ناشتاً بكلية ترينيتي بجامعة كامبريدج. ببشرته البيضاء وشعره الأشقر الطويل، اعتقد الكثيرون أنه أقل من عمره بكثير. وما رسم هذا الاعتقاد هيكل جسمه الضئيل وتصرفاته الخجولة الوقورة. أما نظراته الثاقبة وتفططه وجهه الدائم فكانت سبباً لنفور الناس منه.

تفشي وباء الطاعون العقدي في لندن فأرعب السكان وحصد حياة الكثير منهم. فأغلقت دور العلم والجامعات، واضطر الأكاديميون الشغوفون للعلم أمثال إسحاق نيوتن أن يقتلوا الكثير من وقتهم الشمين في المناطق الريفية الآمنة، متظاهرين أن يفك هذا الوباء اللعين قبضته عن المدينة. لقد كانت فترة مرعبة حقاً في تاريخ البلاد.

في عزلته تلك، أصبح نيوتن مهوساً بقضية ما قضت مضمجه ربما أكثر من وباء الطاعون نفسه: ما الذي يسند القمر في دورانه حول الأرض، بل ما الذي يسند الأرض ضمن مدار محدد أثناء دورانها حول الشمس؟ لماذا لا يسقط القمر على الأرض، أو تسقط الأرض على الشمس؟

في السنوات اللاحقة أقسم نيوتن بحقيقة حدوث القصة التالية: بينما كان جالساً في بستان أخيه بالريف، سمع الصوت الناعم المألف لسقوط تفاحة على الأرض العشبية. فالتفت في وقته ليرى تفاحة ثانية تسقط من على فرع متسلل للشجرة وترتد بعد اصطدامها بالأرض لتسתרق هي الأخرى على العشب الربيعي. إنما لم تكن بالتأكيد أول تفاحة يراها نيوتن وهي تسقط على الأرض، ولم يكن ثمة ما يشير العجب في مسافة سقوطها القصيرة. وبينما كان العالم الشاب يبحث عن حل مشكلته السابقة، فتحت التفاحة الساقطة منفذًا جديداً له: «تسقط التفاحة على الأرض بينما لا يسقط القمر. ما الفرق إذن بين التفاحة والقمر؟»

في الصيحة المشمسة لليوم التالي، كان نيوتن يراقب ابن أخيه الصغير وهو يلعب بكرة مشدودة بخيط. فامسك الصغير الخيط بإحكام وبدأ يورجع الكرة ببطء ثم زاد من سرعتها بالتدريج حتى أخذت فيه الكرة مستوى مستقيماً مع أقصى امتداد للخيط.

في بداية حركتها، أدرك نيوتن أن الكرة تشبه القمر تماماً. فقد أثرت قوتان في الكرة: حركتها (تعمل على قذف الكرة خارجاً) وقوة سحب الخيط (تعمل على مسک الكرة داخلها). على نفس الناكلة، هناك قوتان تؤثران على القمر: حركته وقوة سحب الجاذبيةـ (القوة) ذاتها التي جعلت التفاحة تسقط على الأرض!

للوهلة الأولى الفرض نيوتن أن الجاذبية عبارة عن قوة جذب عام بدلاً من قوة مسلطة فقط على الكواكب والنجوم. فقد جعله فهمه العميق للكيمياء ومبدأ جذب المادة يفترض أن قوة الجاذبية ليست حصرًا على الأجرام السماوية وحدها، بل تحصل أي جسم وبأية كثافة. إن الجاذبية هي التي تسحب التفاح نحو الأرض، تجعل الأمطار تسقط، وتستند الكواكب في مدارها حول الشمس.

كان اكتشاف نيوتن لمبدأ الجذب العام بمثابة ضربة قاسمة للفكرة السائدة آنذاك والتي اقتضت باختلاف قوانين الطبيعة التي تحكم السماء عن تلك التي تحكم الأرض. فقد أوضح نيوتن بأن الميكانيكية التي تحكم الكون والطبيعة هي بسيطة في كينونتها.

أدرج نيوتن مبدأ الجذب العام ضمن خصائص المواد جميعاً، لا الكواكب والنجوم فقط. واليوم، يقع مبدأ الجذب العام وصيغته الرياضية في صميم جميع فروع الفيزياء الحديثة باعتباره واحداً من أهم المبادئ في الحقل العلمي برمته.

حقائق طريفة؛ زهرة كينت The Flower of Kent هي عبارة عن نوع خاص أخضر من التفاح. وحسب القصة، كانت التفاحة التي رآها إسحاق نيوتن وهي تسقط على الأرض، فألهمنه اكتشاف مبدأ الجذب العام.\*



---

\* هنالك سلال من شجرة التفاح الأصلية لنيوتن موجودة الآن خارج الباب الرئيسي لكلية تربيني بجامعة كامبردج، و ذلك تحت الغرفة التي عاش فيها لدى دراسته هناك - المترجم.

## المتحجرات

### Fossils

سنة الاكتشاف 1669م

ما هذا الاكتشاف؟ المتحجرات عبارة عن بقايا كائنات حية في الماضي

من المكتشف؟ نيكولاس ستينو Nicholas Steno

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن الطريقة الوحيدة التي تمكنا من معرفة الماضي السحيق هي معاينة البقايا المتحجرة للنباتات والحيوانات المنقرضة الآن وبالتالي المحاولة في إعادة بعث تلك الحياة المندثرة ومحيطها الغابر. يمكن للعلماء أن يتحققوا هذا شريطة أن يعطوا تفسيراً صائباً لأسرار البقايا المتحجرة ضمن الطبقات الصخرية القديمة.

بدأت هذه العملية مع نيكولاس ستينو، الذي قدم أول تعريف حقيقي لكلمة «متحجر fossil» وأول فهم صحيح لنشأة وطبيعة المتحجرات. يمثل عمل ستينو بداية لعملية الحساب الزمني الحديثة ودراسة المتحجرات وكذلك بلوحة علم الحيوانات الحديث.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

على مر 2000 سنة، كان يُطلق على كل ما يخرج من الأرض بالتحجر. وخلال العصور الوسطى، انحصرت تسمية المتحجر على التراكيب الحجرية المستخرجة من الأرض والتي كانت تشابه المخلوقات الحية إلى حد بعيد. اعتقد الكثيرون حينها أن هذه المتحجرات كانت تمثل مراحل من عمل الله في خلقه للكائنات الحية، بينما افترض آخرون أنها محاولات فاشلة من الشيطان لتقليل الله، وذهب آخرون إلى الاعتقاد بأنها كانت بقايا للحيوانات التي غرق她 إبان طوفان نوح. لكن لم يتبصر أحد منهم إلى أن هذه المتحجرات أهميتها العلمية.

كان نيكولاس ستينو Nicholas Steno هو ذاته نيلز ستينسن Niels Stensen المولود عام 1638م في كوبنهاغن بالدانمارك، وقد غير إسمه إلى صيغته اللاتينية عام 1660م بعد رحيله إلى باريس ثم إيطاليا بغية دراسة الطب. كان ستينو طالباً للطريقة التجريبية والرياضية للعالم غاليليو وركز في دراسته على الجهاز العضلي للإنسان مستعملاً الرياضيات

والهندسة لبيان طريقة تخلص العضلات وتحريكها للهيكل العملي. فذاع صيته في جميع أرجاء إيطاليا جراء دراساته التشريحية والوظيفية تلك.

في شهر تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1666م، اصطاد صيادان ما أسمياه «سمك قرش عملاق» بالقرب من بلدة ليفورنو الإيطالية. ونظرًا لكر حجمه، قرر الدوق فرديناند إرسال رأسه إلى سيني ليقوم بتشريحه. فأذعن سيني لطلب الدوق وبدأ بتشريح الرأس مركّزاً على عضلات الفك المميت للقرش.

بينما كان سيني يفحص أسنان القرش تحت الميكروسكوب، أدهشتة مشاهدتها لمحجرات معينة تدعى *glossopetrae* أو «كلوسوبيري» أي «أحجار اللسان»، سبق أن عُثر عليها في الطبقات الصخرية على امتداد الوديان الساحلية. كانت الكلوسوبيري معروفة منذ أولى أيام الإمبراطورية الرومانية القديمة، وقد اعتبرها المؤلف الروماني الشهير **بليني الكبير\*** Pliny the Elder أجزاء تأثرت من القمر على الأرض. ومن خلال مقارنته لأسنان القرش المتوازنة مع الكلوسوبيري، توقيع سيني أن الكلوسوبيري لا تشبه أسنان القرش فحسب، بل هي أسنان القرش ذاكاً!

سخر العلماء الطليان، بطبيعة الحال، من اكتشاف سيني متدرعين بأن الكلوسوبيري موجودة على بعد أميال من شاطئ البحر وعليه من المستحيل أن تكون جزءاً من كائن بحري كسمك القرش. أما سيني فافتراض أنه لا بد أن تكون أحجج القرش الميتة مطروحة في مناطق سطحية من الماء أو في شاطئه الملوحل ثم انغرفت بطريقة ما لتصبح جزءاً من اليابسة. ولكن لم يشف هذا الافتراض غليل معارضيه، بل ذهب بعضهم إلى القول باستحالة كون الكلوسوبيري أسنان قرش طالما أن أسنان القرش ليست مصنوعة من حجر.

و من جانبه وسع سيني من دراساته لتشمل المحجرات الشبيهة بالعظم والشظايا العظمية. عندما عاينها تحت الميكروسكوب، اقتنع بأنما الأخرى كانت عظاماً وليست حجارة. بعد شهور من الدراسة، استند سيني على ما استجد بعد ذاك من نظرية تدعى

\* **بليني الكبير (23-79 ق.م.)**: كاتب وفيلسوف طبقي وقائد بحري روماني، اشتهر بتأليف موسوعة **Naturalis Historia** «التاريخ الطبيعي»، وذاع عنه قوله: «يتاليف الجد الحقيقي من تحقيق ما يستحق الكتابة، وكتابة ما يستحق القراءة» - المترجم.

النظيرية الجسيمية للمادة (الممهدة للنظرية الذرية) معتبراً أن الوقت والتفاعل الكيميائي كفيلان بتغيير تركيب الأسنان والعظام إلى تركيب حجري.

نشر ستينو اكتشافه ودليل إثباته عام 1669م. إضافة إلى إثباته بأن المتحجرات تتشكل عظاماً قديمة لكيانات حية في الواقع، حقق ستينو في الكيفية التي اندست بها هذه العظام ضمن الطبقات الصخرية. فخلال عمله اكتشف عملية الترسيب وتكون الطبقات الصخرية المترسبة. يحسب لستينو إذن تأسيسه لعلم الجيولوجيا الحديث.

في ذروة مسيرته وعطائه، نصب ستينو كاهناً للكنيسة الكاثوليكية، وترك الخفل العلمي إلى الأبد، معتبراً العلم مخالفًا لل تعاليم الكنسية. لحسن الحظ بقيت اكتشافاته مائلة للدفع بعجلة العلم وخدمته.

حقائق طريفة، لعل أول ما يراود أذهاننا عند ذكر المتحجرات،  
الديناصورات العملاقة. لكن اكتشفت أكبر البقايا المتحجرة في العالم في شمال  
أمريكا الجنوبية عام 2003م حيث تعود الحيوان من القوارض، قد بلغ وزنها  
1500 رطلاً (700 كغم)، أما عمرها فناهز 8 مليون سنة.



## البعد عن الشمس

Distance to Sun

سنة الاكتشاف 1672 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول حساب دقيق للمسافة من الأرض إلى الشمس،  
لحجم النظام الشمسي، وحق حجم الكون  
من المكتشف؟ جيوفاني كاسيبي Giovanni Cassini

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يستند فهمنا للكون على أساسين اثنين - قدرتنا على حساب المسافات التي تفصلنا عن النجوم البعيدة، وقدرتنا على قياس التركيب الكيميائي للنجوم. وقد تحقق الأخير عام 1859 م باختراع المطياف. أما قياس بعد عن الشمس فلطالما عُدَّ الأهم من بين القياسات الجوية. وكان قياس عام 1672 م لكاسيبي بمثابة أول حساب دقيق في هذا المضمار.

منح اكتشاف كاسيبي أول تلميح مذهل من نوعه إلى مدى اتساع حجم الكون وإلى مدى ضآلة وتفاهة الأرض. فقبل كاسيبي، اعتقاد العلماء أن النجوم تبعدنا بمسافة بضعة ملايين من الأميال. ولكن بعد كاسيبي، أدركوا أن أقرب النجوم إلينا تبعد بلايين إن لم تكن تريليونات الأميال!

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

مولوداً عام 1625، ترعرع جيوفاني كاسيبي Giovanni Cassini وتنشَّف في إيطاليا. توجهت ميوله أثناء شبابه إلى علم التنجيم، وليس الفلك، فاكتسب شهرة واسعة في هذا المجال. انهالت المئات من الناس على كاسيبي من كافة أرجاء البلاد يتلقون استشاراته، رغم أنه كتب منشورات عديدة يثبت فيها بطلان صحة التوقعات التنجيمية.

في عام 1668 م، وبعد قيامه بعده من الدراسات الفلكية المعتندة بما في إيطاليا، عُرض على كاسيبي منصب مدير مرصد باريس الفلكي. فقرر أن يصبح مواطناً فرنسياً وغير اسمه إلى جان دومينيك كاسيبي Jean Dominique Cassini.

هناك في فرنسا، استعمل كاسيبي تلسكوبًا متظولاًً على الجودة أتى به خلسة من إيطاليا، فرافقه في جميع إنجازاته الفلكية التي جعلت منه واحداً من أشهر علماء العالم.

تضمنت هذه الاكتشافات المدد الدورية للمريخ والزحل وكذلك الفسحات الكبيرة في حلقات زحل والتي لا تزال تسمى بفسحات كاسيبي.

كان كاسيبي أول من توقع بأن الضوء ينتقل بسرعة متناهية. لكنه أحجم عن نشر دليله، بل قضى سنوات عديدة محاولاً تفنيده نظريته بنفسه. إذ كان رجلاً شديد التدين ومؤمناً بأن الضوء من بعض نور الله وبالتالي يجب أن يكون كاملاً وغير متناهٍ. ومع هذا، أثبتت جميع أعماله الفلكية صدق اكتشافه الأول - ينتقل الضوء بسرعة ثابتة ومتناهية.

مرة أخرى أصبح كاسيبي أسيراً لإعانة الشديد بالكنيسة الكاثوليكية ونادى بكون أرضي المركز. إلا أن الكتابات الأولية لكيلر والجادلات الحذرة لكوربرنيكوس في افتراض مركزية الشمس نجحت في إقناع كاسيبي - ولو جزئياً - بهذه الحقيقة، وذلك عام 1672م.

بعد هذه الحقيقة الجديدة التي قبل بها كاسيبي على مضض، قرر حساب بُعد الأرض عن الشمس. إلا أنه كان من الصعوبة والخطورة عمل قياسات مباشرة تخص الشمس (فقد يكلّفه ذلك بصره). ولكن لحسن حظه، ساعدته معادلات كيلر على حساب المسافة من الأرض إلى الشمس وذلك بقياس المسافة بين الأرض وأي كوكب آخر.

كان المريخ قريباً على قلب كاسيبي كما كان قريباً عن الأرض، فاستعان بتلسكوبه المنظر في قياس المسافة إلى المريخ، ولكنه لم يفلح طبعاً في حساب قياس دقيق فعلي للمسافة. لكنه لو قاس الزاوية إلى بقعة معينة من المريخ في نفس الوقت من نقطتين مختلفتين على الأرض، فإنه سيتمكن من الاستفادة من هذه الزوايا وهندسة المثلثات في حساب المسافة إلى المريخ.

حتى تكون قياساته دقيقة ومضبوطة، كان على كاسيبي أن يجعل من المسافة بين نقطتيه الأرضيتين كبيرة ومعلومة بدقة. فأرسل الفلكي الفرنسي جان ريشيه Jean Richer إلى كاسيبي في غويانا الفرنسية على الساحل الشمالي لأمريكا الجنوبية، بينما بقي هو في باريس.

بدأت الليلة من شهر آب (أغسطس) عام 1672م، وبنفس اللحظة بالضبط، قاس الرجال الزاوية إلى المريخ ووضعها تماماً مقابل خلفية النجوم البعيدة. وعندما رجع ريشيه بقياساته إلى باريس، تمكن كاسيبي أخيراً من قياس المسافة إلى المريخ. ثم استعمل معادلات كيلر ليكتشف أن المسافة إلى الشمس هي 87 مليون ميل (149,6 مليون كم). لقد أظهر العلم الحديث أن قياس كاسيبي خالف القياس الحقيقي بقدر 7% فقط (93 مليون ميل).

استمر كاسيبي في قياس البعد عن الكواكب الأخرى واكتشف أن زحل يبعد عن بعقار 1,600,000,000 (1,6 مليون) ميل! لقد عنت اكتشافات كاسيبي أن الكون أكبر عمالين الأضعاف خلافاً لتصورات الجميع\*. .

حقائق طريفة: يبلغ قطر الشمس 1,4 مليون كم (875000 ميل). أي أنها أعرض عن الأرض بعقار 109 أضعاف تقريباً.



---

\* الحقيقة الأخرى التي كشف كاسيبي الغطاء عنها كانت إياته أن فرنسا أصغر بكثير من المتوقع، و ذلك باستعمال خطوط الطول (حيث يعتبر أول من قاسها قياساً دقيقاً) في تقدير حجم البلاد. علق الملك لويس الرابع عشر على الأمر بقوله أن كاسيبي أخذ من ملكته أكثر من الأراضي التي ظفر بها في حروبها جعاء - المترجم.

## البكتيريا

### Bacteria

سنة الاكتشاف 1680 م

ما هذا الاكتشاف؟ توجد كائنات مجهرية لا ترى بالعين المجردة

من المكتشف؟ أنتون فان ليفنهاوك Anton van Leeuwenhoek

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كما استعمل غاليليو تلسكوبه لفتح أفق الإنسان على فضاء النجوم والكواكب، فقد استعمل فان ليفنهاوك ميكروскопه لفتح وعي الإنسان على العالم المجهرى الدقيق الواقع خارج نطاق الرؤية البشرية والذي لم يكن أحد قد حلم حتى بوجوده. اكتشف فان ليفنهاوك الطليعيات والبكتيريا والخلايا الدموية والنطف والشعيرات الدموية، وأرسّت أعماله أسس علم الأحياء المجهرية وأدخلت الدراسات النسيجية والباتيّة إلى العالم المجهرى، كما وأكملت الفهم البشري للجهاز الدوراني.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد أنتون فان ليفنهاوك Anton van Leeuwenhoek عام 1632 م. في دلفت هولندا. مفتقداً لتعليم مدرسي متقدم، مارسَ فان ليفنهاوك تجارة الأقمشة واعتقد أنه سيكمل حياته في البيع والشراء.

لكن فان ليفنهاوك كان محبًا لاستطلاع العالم المحيط به ومهتمًا بالرياضيات. وبشقاق ذاهن بحث، تمكن من حصد ما يؤهله من المعلومات الرياضية للعمل كمساح للأراضي إضافة إلى وظيفته الأصلية، كما قرأ ما تيسّر له عن العالم الطبيعي من حوله. لكنه لم يستقن سوى اللغة الهولندية، وبهذا لم يقدر على الاطلاع على أي منشورات أو بحوث علمية - إذ كانت تنشر جمِيعاً باللاتينية أو الفرنسية.

دخلت الميكروسكوبات هولندا عام 1620 م. وكان كريستيان هويجنز Christian Huygens و روبرت هووك أول عالمين يستفيدان علمياً من هذا الاختراع المذهل. كما قاما بتصميم ميكروسكوبات ثنائية العدسات (عدستان زجاجيتان داخل ماسورة معدنية ضيقة).

استرق فان ليفنهوك النظر في الميكروскоп لأول مرة عام 1657م، فرأقه ما رأى وامتدت وشائج الصدقة بينهما. جرب فان ليفنهوك ميكروسكوباً ثانياً للعدسات، ولكن خاب أمله عندما لاحظ تشوه الرؤية به وضعف قدرته التركيزية. فقام بصنع أول ميكروскоп له مستعملاً عدسة واحدة شديدة الانحناء بغية الزيادة في التكبير. وفي عام 1673م، صنع فان ليفنهوك ميكروسكوباً بقوة تكبير 270 ضعفاً للحجم الأصلي، فمكنته من رؤية أشياء بطول واحد من المليون من المتر. كان ليفنهوك متحفظاً جداً بشأن عمله، ولم يدع أحداً يشاهد ميكروسكوباته الجديدة.

بدأ فان ليفنهوك دراساته الجهرية بأشياء يقدر أن يُرَكّبها على رأس دبوس - كأجزاء من فم النحل، البراغيث، شعرات الإنسان... الخ، فشرح ورسم ما رأى بتفصيل دقيق. وفي عام 1674م، طور ميكروسكوبه بما يُمكّنه من التركيز على صحن مستوٍ - فأدار اهتمامه إلى دراسة السوائل كقطارات الماء، خلايا الدم... الخ.

كانت هذه الدراسات الأخيرة لعام 1674م وراء اكتشافه العظيم. إذ اكتشف طليعاً مجهرياً (بكثيرياً) في كل قطرة من قطرات الماء الذي كان يعاينه، مكتشفاً بذلك الحياة الجهرية التي لا ترى بالعين المجردة. ثم وسّع فان ليفنهوك من نطاق بحثه عن هذه الكائنات الدقيقة فوجدها في كل مكان: على رموش عين البشر، على البراغيث، في الغبار، وعلى الجلد، فرسمها ووصفها برسوم ممتازة دقة، كل رسماً كانت تتكلّف فان ليفنهوك أيامه لإلهاهها.

و باعتباره هارياً، كان عليه أن يحسن من معلوماته العلمية، فدأب على ذلك خلال فترة فراغه عن العمل عصراً وفي ساعات الصباح الأولى. ولكن خجله من قلة مهاراته اللغوية وتجذّبه الضعيفة (حتى في اللغة الهولندية) حال دون نشره لأية مقالات حول اكتشافاته المبهرة.

وأخيراً في أوائل عام 1676م، اقتنع فان ليفنهوك بجدوى إرسال رسائله ورسوماته إلى الجمع الملكي بلندن، الذي تولى ترجمتها إلى الإنجليزية. شُكِّل هذا الجمع الموسّع للرسائل (التي كُتِّبت وجُمعت على مدى عقود) أول وأفضل خريطة إلى العالم الجهرى. فما لاحظه فان ليفنهوك قوَّض العديد من المعتقدات العلمية حينذاك وقدمه عقوداً - إن لم يكن قرونًا - على باحثي زمانه.

كان أول من أشار إلى البكتيريا سبباً للعدوى والمرض (و لم يصدقه أحد لحد إثبات باستير لذلك عام 1856م). كما لاحظ فان ليفنوك أن بقدور الخل قتل البكتيريا وبالتالي دعا بقابلية على تعقيم الجروح. ومجدداً، انظر العالم قرنين من الزمان لتصبح ملاحظة فان ليفنوك ممارسة طيبة قياسية.

مضت 200 سنة أيضاً قبل أن يتمكن أحد من تصميم ميكروسكوب أفضل من ميكروسكوب فان ليفنوك. ولكن بقي ميكروسكوب فان ليفنوك شرف اكتشاف العالم المجهري البالغ الأهمية\*.

حقائق طريفة: في عام 1999م، اكتشف العلماء أكبر بكتيريا على الإطلاق. إذ يامكأنها النمو لغاية 0,75 ملم - أي حوالي حجم النقطة نهاية هذه الجملة. لقد فاقت هذه البكتيريا الجديدة أقرب منافساتها بائمة ضعف. فعلى سبيل المقارنة، لو كانت البكتيريا الجديدة بحجم الحوت الأزرق، فإن البكتيريا العادي ستكون بحجم فأر حديث الولادة.



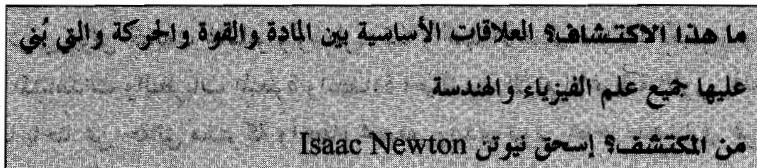
---

\* من الاكتشافات الأخرى المهمة لفان ليفنوك اكتشافه للنطف عام 1677م و للنمط المخطط للخلايا العضلية الميكيلية عام 1682م - المترجم.

## قوانين الحركة

Laws of Motion

سنة الاكتشاف 1687م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تشكل قوانين نيوتن الثلاثة في الحركة صميم علم الفيزياء والهندسة. فهي النظريات الأساسية التي بُنيت عليها علومنا الفيزيائية، تماماً كما بُنيت مفاهيمنا الهندسية الحديثة على نظريات إقليدس الأساسية. فقدريأ لإتيانه بهذه القوانين واكتشافه للجاذبية وصنعه لآلة الحاسبة، اعتبر نيوتن الذكاء العلمي الأبلغ في الألفية المنصرمة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان اكتشاف يوهانيس كبلر عام 1609م بأن الكواكب تدور في مدارات إهليلجية (ليست كروية) حول الشمس كفيلاً بإثارة قريبة العلماء من بعده، من دأبوا في إيجاد تفسير رياضي لها. فحاول روبرت هوك وجون هالي John Halley لكهما فشلاً كما فشل آخرون في هذا المضمار.

كان إسحق نيوتن Issac Newton المولود عام 1642م في لنكولنشاير على بعد 60 ميلاً من كامبردج بإنجلترا، طفلاً صعب المراس. توفي والده قبل ولادته بثلاثة أشهر، ولم يحب زوج أمه إطلاقاً فأرسل للعيش مع جده وجذته. لكن لم يُعد نيوتن عاطفة تجاه أحد - لا أمه ولا جده ولا حتى أخيه وأخته الغير الشقيقين. فكان كثيراً ما يهدد بضرفهم وحرق المنزل عليهم، وكان عالة على مدرسته بخرقه لقوانينها وأنظمتها.

فطن رجل واحد فقط، هو وليام ايسيكيو William Ayscough، إلى نبوغ وقدرات نيوتن. فدبر له للدراسة في كلية ترينيتي بجامعة كامبردج. كونه فقيراً وغير قادر على دفع مصاريف دراسته الطائلة، عمل نيوتن خادماً للطلاب الآخرين. كان نيوتن دائم الوحدة، بالغ التكتم، بينما وصفه آخرون بالعابس والمجادل.

أغلقت كامبردج أبوابها إبان تفشي وباء الطاعون في لندن عام 1665م. فأقام نيوتن عند أخته في الريف، حيث تملّكه الإحباط جراء عزلته وفي ظل غياب الأدوات الرياضية التي يحتاجها في دراسة مفاهيم القوة والحركة التي هم بالتعتمد فيها. وعقد عزمه على معرفة القوى التي تسبب حركة الأجسام الساكنة أو توقف المتحرك منها.

درس نيوتن كتابات غاليليو وأرسطو، كما واكب الأعمال الجديدة لكيلر وهالي، وجمع المشاهدات والنظريات المعاصرة والمضادة أحياناً منذ الأيام الإغريقية الأولى. فدرستها ورثّها باحثاً عن حقائق مشتركة وأخطاء محتملة. وأبدى نيوتن نجاحاً مدهشاً في غربلة هذا الجبل من الأفكار وانتقاء التراث الصالح منها.

لم يكن نيوتن تجريبياً بحثاً، إذ اعتمد على التفكير وإجراء تجارب ذهنية على غرار آينشتاين. كان يقضي وقتاً طويلاً في التأمل والتفكير الداخلي قبل أن يصل إلى أجوبة مقنعة. فقد جاء على لسانه بأنه «كان يضع الموضوع نصب عينيه دوماً وينتظر حتى تدرج تباشير الفجر الأولى إلى نور الصباح المشرق».

سرعان ما أصبح لغز القوى المسببة للحركة هوساً لدى نيوتن. فرُكِّزَ على قوانين غاليليو في الأجسام الساقطة وقوانين كيلر في حركة الكواكب. وكثيراً ما أوصله قلة اليوم والطعام إلى حافة الانهيار الجسدي.

بلغ نيوتن قوانينه الثلاثة في الحركة أوائل عام 1666م. فكانت اللبنة الأساسية في صنعه للآلة الحاسبة واكتشافه للجاذبية - ولكن دون أن ينشرها، حين أغراه هالي بكتابه كتابه الشهير Principia «برينسيبيا-المفاهيم» بعد عشرين عاماً.

قدم جان بيكار Jean Picard عام 1684م أول قياس دقيق لحجم وكتلة الأرض. وأخيراً حصل نيوتن على الأرقام التي أحتججاها لإثبات صواب قوانينه في الحركة وقانونه في الجاذبية بما يتعلق بتوقع المدارات الحقيقة للكواكب. لكن حق لدى حصوله على البرهان الرياضي المطلوب، أخرّ نيوتن نشر كتاب برنسبيا لعام 1687م وذلك بتحريض وترغيب من هالي\*\* -أغلبظن لأن روبرت هوك أدعى خطأً بأنه توصل إلى قوانين عامة للحركة. فأصبح كتاب برنسبيا واحداً من أكثر المنشورات توقيراً واستعمالاً في تاريخ العلم.

\* جان بيكار (1620-1642) فلكي فرنسي كان أول من قاس درجات خطوط الطول بدقة وقاس منها حجم الأرض - المترجم.

\*\* تتفق أغلب المصادر أن هالي ذهب إلى نيوتن لسؤاله حول قضية استعاضت عليه وعلى هوك تعلق بالجاذبية، ليجد أن الأخير قد حلّها لنفسه. فظل هالي يلح على نيوتن بنشر ملاحظاته، إلى أن جمعها في كتابه البرنسبيا الذي طبع على نفقته هالي الخاصة - المترجم.



حقائق طريفة: إن لكل حركة قوة مسببة لها. وقد تمكّن غاري هاردويك Gary Hardwick من كالسيباد بولاية كاليفورنيا من توليد قوة تكفي لدفع لوح التزلج بسرعة قياسية (وقوفاً) بلغت 100,66 كم/سا (62,55 ميل/سا) بتلال فونتاين في ولاية أريزونا، وذلك بتاريخ 26 أيلول (سبتمبر) عام 1998

## الترتيب في الطبيعة

Order in Nature

سنة الاكتشاف 1735م

ما هي هذه الاكتشاف؟ يمكن جمع وتنظيم جميع الكائنات الحية من نباتات  
وحيوانات في ترتيب هرمي بسيط  
من المكتشف: كارل لينيوس Carl Linnaeus

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لحد القرن الثامن عشر، كان يُنظر إلى الطبيعة بأنها فيض غزير من أشكال الحياة. اضطلع كارل لينيوس بمهمة ترتيب وتنظيم هذه العشوائية الظاهرة. فقد أسدى نظامه الخاص بالتسمية والجمع والترتيب التخيلي للنباتات والحيوانات خدمات جليلة لعلم النبات والأحياء والنظام البيئي والتركيب البيولوجي، ولا يزال العلماء يعتمدون عليه بعد مضي 300 سنة.

عرفاناً بجميله، لقب كارل لينيوس بأبي التصنيف (التاكسونومي) الحديث (taxonomy) مشتقة من الإغريقية بمعنى «التسمية بالترتيب»... يمكن تلمس الدليل على تأثيره على العلم الحديث وأهميته له بطريقتين: الأولى، لا تزال العلوم جميعاً تعتمد على نظامه وطريقة تسميه اللاتينية لأنواع الموجودة والمكتشفة من الكائنات الحية - كآخر الشواهد الماثلة على هذه اللغة التي كانت يوماً ما لغة علمية عالمية. وثانياً، لم يمر أي عالم أحياء إلا واستعمل نظام لينيوس لتنظيم وفهم وتعريف ووصف جميع ما درس من أنواع نباتية وحيوانية.

كان لينيوس أول من قدم لمفهوم homo sapiens «الموموسايتر» أو «جنس الإنسان العاقل» واضعاً الإنسان في رتبة الرئيسيات primates، كما كان نظامه للت缤纷 نواة لمفهوم «شجرة الحياة»، حيث يتمي كل كائن حي إلى نوع فجنس فعائلة فصنف فرتبة فشعبة وأخيراً إلى أحد عالي النبات أو الحيوان - وهو نظام شبهه بأغصان وفروع وجذع الشجرة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان كارل لينيوس يكره الفوضى وعدم الترتيب. وقال بأنه لا يقدر أن يفهم أي شيء إن لم يكن مرتبًا بانتظام. ولد في السويد عام 1707م، وكان من المفترض أن يصبح

كاهنا كأبيه، لكنه لم يجد استعداداً ولا رغبة في العمل بالكنيسة، فسمح له أخيراً بالتحول إلى دراسة الطب.

دخل مدرسة الطب بجامعة لاند عام 1727م، ولكنه قضى وقته في حديقة صغيرة خاصة ببحوث علم النبات في الجامعة أكثر من وقته في الصف. فلطالما جذبت النباتات والزهور اهتمام لينيوس منذ نعومة أظفاره. وفي عام 1728م انتقل لينيوس إلى جامعة أوبسالا - ربما جذبته حدايقتها البحثية الأكبر، وهناك قرأ نشرة لعالم نبات فرنسي يدعى سbastien Vaillant كانت تعتبر ثورية جريئة في ذلك الوقت، جاء فيها أن النباتات تتکاثر جنسياً وأن لها أعضاءها الذكرية والأنثوية على غرار الحيوانات.

أما لينيوس، فقد راقت الفكرة. وباعتباره مفهُرساً مهوساً، كثيراً ما شحاذ من فكرة أن كل نبتة من آلاف النباتات التي شاهدها في الحديقة البحثية مستقلة بذاتها ومن صنف مغاير. فكر لينيوس بطريقة لتصنيف وترتيب هذه العدد الهائل من النباتات اعتماداً على أجزاءها التكاثرية، فولَد حلمه في تنظيم فوضى الطبيعة.

بفضل حلاوة لسانه ولباقةه وقبلياته الفطرية على التعدد والتقارب من الأثيراء وذوي الشأن، تكَّن لينيوس من حصد دعم مالي لمجموعة من الرحالت الاستكشافية قام بها لأجزاء متفرقة من البلاد بغرض دراسة وتصنيف الأنواع النباتية. فقضى شهوراً طوال متسكعاً في الأرياف وهو يدرس ويصف ويصنِّف كل نبات يعش عليه. كانت رحلاته الاستكشافية نموذجاً قيماً للنظمية والترتيب. فبدأ كل أيامه تمام السابعة صباحاً، ولم يكن يستريح إلا مرة للأكل في الثانية من بعد الظهر ومرة للراحة الجسدية بتمام الرابعة عصراً.

ركُّز لينيوس على الأجزاء التكاثرية لكل نبات يعش عليه أثناء رحلاته الاستكشافية تلك، وسرعان ما لاحظ خصائص مشتركة في الأجزاء الذكرية والأنثوية للعديد من الأصناف النباتية، فصنفها معاً في مجموعة واحدة. ثم استمر في تصنيف هذه الجماعات مجتمع أكبر فاكبر. اكتشف أن النباتات تتبع إلى مجتمعها طبقاً لقليل من صفاتها الأساسية وبأن هناك ترتيباً فعلياً في عالم الطبيعة.

وبحلول عام 1735م، كان لينيوس قد وصف أكثر من 4000 نوعاً من النبات ونشر نظامه التصنيفي في كتاب أسماء *Systema Naturae* أو «نظام الطبيعة». وكان نظامه مؤلفاً من ثالثي مستويات، هي: النوع، الجنس، العائلة، الرتبة، الصنف، الشعبة الثانوية، الشعبة والمملكة. اختلف الرأي العام حول تصنيف لينيوس المبني أساساً على الأجزاء

الناتسالية للنباتات (ومن ثم الحيوانات). ولكن استساغه علماء النبات بوصفه نظاماً جذاباً سهل الاستعمال.

انتشر نظام لينيوس سريعاً في أرجاء أوروبا، وكان غالباً ما يشار إليه بشجرة بفروع عملاقة تثل الأصناف، مروراً بالأغصان الأدق، قشلاً لأنواع. ومن هذه الرسومات انبثق مفهوم «شجرة الحياة».

قضى لينيوس 30 سنة أخرى متوجلاً في أرجاء أوروبا ومضيفاً نباتات جديدة على تصنifie. وفي عام 1740م، أضاف الأنواع الحيوانية أيضاً. وبحلول عام 1758م كان لينيوس قد وصف وصنف 4400 نوعاً حيوانياً وأكثر من 7700 نوع نباتي.

تُوج لينيوس عمله المبدع بتقديمه لنظام التسمية الشائبة في طبعة كتابه العاشرة عام 1758م، والذي يقضي بتسمية كل نبات وحيوان بذكر نوعه وجنسه. فقد اكتشف وجود نظام بالطبيعة وطريقة لوصف هذا النظام - طريقة لا تزال في عنفوان حياتها وأوج تداوتها حتى يوم الناس هذا.

حقائق طريفة: إن أضخم شجرة في العالم هي جينيرال شيرمان  *Sequoiaadendron*, شجرة الصنوبر العملاقة *giganteum* الموجودة في حقل الصنوبر الوطني بكاليفورنيا. يبلغ طولها 83,82 م (9 قدم)، وبقطر 11,1 م (36 قدم)، أو 5 إنشات). تحوي هذه الشجرة على ما يكفي من الخشب لصنع 5 بلايين من أعواد الش CAB - أي عود ثقاب واحد لكل إنسان على وجه الأرض.

# ال مجرات

## Galaxies

سنة الاكتشاف 1750م

ما هذا الاكتشاف؟ ليست الشمس مركزاً للكون بل جزء من عنقود حجمي  
عملاق قرصي الشكل، يطفو في الفضاء

من المكتشف؟ توماس رايت Thomas Wright وWilliam Herschel

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يمثل اكتشاف تجمع النجوم في مجرات أول تقدم حقيقي في الجهود المبذولة لوصف الشكل الحقيقي للكون وانتشار النجوم فيه. و كانت نظرية رايت في المجرات بمثابة أول عمل فلكي لا يعترف بالشمس مركزاً للكون، لكنها جزء من تجمع عنقودي متراصٍ من النجوم اسمه مجرة. فدفع اكتشافه العلم خطوة جبارية نحو الأمام في سياق فهم خبايا الكون الفسيح والتي تُعتبر فيه شمسنا وأرضنا مجرد بقع اعتيادية صغيرة. وبعد خمس وعشرين سنة، أجرى هيرشل دراسات ترصيدية دقيقة أثبتت صواب رايت في ادعائه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اعتقد العلماء لآلاف السنين بأن الكون مؤلف من قشرة كروية عاملقة من النجوم، مع وجود الأرض في المركز. ولا شيء يشغل الفراغ الشاسع بين الأرض والنجوم سوى بضعة من الكواكب والشمس.

خلال منتصف القرن السابع عشر، أدرك معظم العلماء أن الشمس، وليس الأرض، واقعة في مركز الكون الكروي. واعتقد بعض العلماء المرموقين (أمثال كريستيان هويجتز\*) أن النجوم عبارة عن ثقوب في الفضاء المعتم ينبعق من خلالها الضوء القادر على مضيئة ما من الحياة السرمدية.

\* كريستيان هويجتز (1629-1695) فزيائي و رياضي هولندي اكتشف قمر تيان لزحل عام 1655م. طور على العدسات المكّبّرة وكان أول من استعمل البندول في الساعة. أنشأ نظرية موجية للضوء على نقيس النظرية الدقائقية لنيوتن، و اكتشف استقطاب الضوء عام 1678م - المترجم.

تضافرت اكتشافات رجلين اثنين لتبين وجود عناقيد كثيفة من النجوم، تدعى المجرات. من مواليد عام 1711م، درس الإنجليزي توماس رايت Thomas Wright الرياضيات وقواعد الملاحة، ولكنه كان يهوى الفلك. شأنه شأن العديد من الفلكيين الآخرين، لاحظ رايت أن النجوم لا توزع بشكل منتظم في السماء، إذ بدت غيمة من النجوم الخافتة مكشّفة على امتداد ما يسمى بـ درب التبانة.

انزعج رايت من هذه الملاحظة. فقد آمن بأن الله خلق كونا كاملاً الترتيب والتنظيم، وهو ما يحتم توزيع النجوم على مسافات متساوية البعض عن بعضها البعض. فقام رايت المتعصّب بال اللاعُب بالمخطلات النجمية بغية وضع النجوم بطرق منتظمة على خلاف الظاهر.

افتراض رايت إمكانية توزيع النجوم على سطح حقل من الفقاعات العملاقة. فلو كانت ضمن إحدى هذه الحلقات النجمية ونظرنا على امتداد الحلقة، فإننا سنرى نجوماً أكثر عدداً فيما لو نظرنا إليها خارجاً بشكل مستقيم. وأوحت له حلقات زحل أن النجوم يمكن أن تكون متراصة في حلقات واسعة أو قرص قليل السمك. فلو كانت في ذاك القرص، فإننا سنرى النجوم بترتيب عشوائي كما نراها الآن، حتى لو كانت مرتبة بانتظام ضمن القرص.

في عام 1750م، أصدر رايت كتاباً بعنوان *An Original Theory on New Hypothesis of the Universe* أو (نظريّة مبتكرة عن افتراض جديد للكون). وكان أول من استعمل لفظة *Galaxy* أو « مجرة » لوصف الجامِع العملاق للنجوم. بعدها بخمس سنوات، قدّم الفلكي والرياضي المشهور\*\* إيمانويل كانت Immanuel Kant ترتيباً مماثلاً للنجوم ضمن عقود قرصي عملاق.

قرأ الفلكي الإنجليزي وليام هيرشل William Hershel (المولود عام 1738م) نظرية مواطنه رايت بشغف. وفي عام 1785م، قرر هيرشل استعمال الطرق الإحصائية لحساب عدد النجوم. لم يستطع تعدادها جيئاً بالطبع، فقام باختيار 683 منطقة صغيرة عشوائية من السماء وبدأ ببعضها في كل واحدة منها مستعملاً تلسكوباً بقطر 48إنشاً - وكان يعتبر تلسكوباً عملاقاً آنذاك. سرعان ما أيقن هيرشل أن عدد النجوم لوحدة مساحة السماء يزداد باضطراد كلما اقتربنا من درب التبانة حيث وصل ذروته هناك (إن عدد النجوم لوحدة مساحة السماء في أدنى عند الاتجاهات المتعامدة على درب التبانة).

---

\*\* وأيضاً فيلسوف ومتافيزيقي ألماني. يعتبر من أبرز مفكري عصر التنوير (1724-1804م) - المترجم.

عاد هيرشل إلى نظريتي رايت وكانت من جديد، مشترطاً صحة نتائج تعداده بتجمع النجوم في كتلة عدسية الشكل ومن ضمنها الشمس أيضاً. فكان أول من أضاف قياسات إحصائية لاكتشاف رايت بخصوص وجود وشكل المجرات.

حقائق طريفة، يبلغ قطر المجرة المركزية لعنقود ايل المجري 2029 (على بعد 1070 سنة ضوئية) حوالي 5600000 سنة ضوئية، أي تكبر مجرتنا درب التبانة بثمانين ضعفاً.



## طبيعة الكهرباء

The Nature of Electricity

سنة الاكتشاف 1752 م

ما هذا الاكتشاف؟ جميع أنواع الكهرباء هي ذاتها

من المكتشف؟ بنجامين فرانكلين Benjamin Franklin

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر الكهرباء واحدة من أعظم مصادرنا للطاقة ومن المصادر الطبيعية القليلة. فكانت تجارب فرانكلين بمثابة أولى المغامرات العلمية إلى طبيعة واستعمالات الكهرباء والتي كشفتها على طبيعتها الحقيقية. كما نشرت البساط للعديد من التطورات العلمية والهندسية خلال القرن التاسع عشر وكذلك للفنون التطورية الذي شهد حقل التطبيقات الكهربائية بعد ذلك - كالبطاريات والمحركات والمولّدات والمصابيح... الخ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كل ما كان يعرف عن الكهرباء في منتصف القرن الثامن عشر، أنها على نوعين: ساكن جذاب وصاعق قاتل. كان بنجامين فرانكلين Benjamin Franklin أول عالم يجري تجارب كهربائية جادة عام 1746م. كما وكان أول من توقع أن الساكن والصاعق شكلان مختلفان للشيء ذاته.

أجرى فرانكلين تجاربه باستعمال أووعية لايدن - أووعية زجاجية كبيرة مملوءة بالماء للنصف ومغلقة بصفائح قصديرية من الداخل والخارج. وقد امتد قضيب خلال عازل قطني من فوهه الوعاء إلى عقدة معدنية. وعندما كان يُشحن وعاء لايدن بندراع يدويا، فإن كل من يمسك بالعقدة كان يشعر بوخز كهربائي.

توصل فرانكلين إلى طرق لضاغطة كمية الطاقة الكهربائية التي تولدها أووعية لايدن، وأوجد طريقة لربطها بالسلسل بحيث يمكنها مجتمعة أن تحمل شحنة قاتلة من الكهرباء.

و خلال إحدى عروضه أمام أصدقائه عام 1752م، لامست يد فرانكلين العقدة المعدنية للوعاء بالخطأ، فتفاجأ الجميع بانتقال وميض أزرق مدوٍ من العقدة إلى يده، فدفع به

مسافة للوراء وأوقعه أرضاً. أدرك فرانكلين حينها أن هذه الرجة المدوية كانت نسخة مطابقة لبرق راعد.

قرر فرانكلين إثبات أن الساكن والصاعق من الكهرباء سيان وذلك بتصميم دائرة كهربائية شبيهة بوعاء لايدن تسمح بانتقال الكهرباء من الغيوم كما انتقلت إلى وعاء لايدن من قبل.

صنع فرانكلين دائرة من سلك معدني رقيق مثبت بطاولة ورقية (لجمع الكهرباء من الغيوم) ومربوط بفتيل الطائرة. وكان يفترض أن تسرى الكهرباء من خلال الفتيل إلى مفتاح حديدي كبير مربوط بأسفله، بينما ربط الطرف الآخر للمفتاح إلى شريط حريري غير موصل يمسكه بيده. وهكذا سوف تحصر الكهرباء بالمفتاح، كما انحصرت بوعاء لايدن سابقاً.

و لما هبّت عاصفة هو جاء بعد أسبوع قلائل، هرع فرانكلين إلى طائرته الورقية. وتحت هزيم الريح العاتية وإرداد الغيوم الماطرة، التوت الطائرة في الهواء وقفزت بعيدة كالثور الهائج.

ثم حدث ما حدث. لا، لم يصدم برق راعد الطائرة الورقية كما أُشيع، ولم يمت فرانكلين كما مات عالم فرنسي آخر محاولاً إعادة تجربته بعد بضعة أشهر. بل ما حدث فعلًا في ذلك العصر العاصف أن الفتيل ومض وميضاً أزرقاً خافتًا، وانتفشت أليافه. وكان فرانكلين قادرًا على رؤية الكهرباء وهي تتقاطر خلال الفتيل وكأنها مادة سائلة.

مدَّ فرانكلين يده بحذر تجاه المفتاح. يا للهول! قفرت شرارة إلى إصبعه وصدمته - كما حصل له مع وعاء لايدن بالضبط\*.

الساكن والصاعق كلّاهما واحد إذن - الكهرباء السائلة!

---

\* ذُكرت هذه التفاصيل من قبل جوزيف بريستلي بعد 15 عاماً. إذ كان معروفاً عن رجل الدولة والدبلوماسي والثائر والكاتب والمخترع الأمريكي بنجامين فرانكلين (المرسومة صورته على فئة المائة دولار أمريكي) أنه لم يطالب ببراءة لأي من اختراعاته العديدة كمانعة الصواعق والعدسات الثانية البؤرة و آلة الأهارمونيكا الموسيقية والقسطرات البولية المزنة والموقف المعروف باسمه. إذ كتب في سيرته الذاتية قاتلاً: «كما نستمتع نحن من الفوائد العظيمة لاحتياعات غيرنا، يجب أن نفرح بفرصة خدمة الآخرين بأي اعتکار منا، وهذا يجب أن نعمله مجاناً و بكرم» - المترجم.

كان التطبيق العملي لتجربة فرانكلين هو اختراعه لمانعة الصواعق، التي أنقذت الآلاف من المساكن والبشر على مر القرون اللاحقة. والأهم من هذا، أن عمل فرانكلين قد ألهم علماء آخرين أمثال فولتا وفاراداي وأورستيد وآخرين في القرن التاسع عشر لتكميله مشواره في فك أسرار طبيعة الكهرباء.

حقائق طريفة، معروفة عن بابا ي Popeye استعماله للسبانغ في تقوية عضلاته. أما علماء اليوم فيرون في السبانغ مصدراً لتوفير الطاقة الكهربائية. فالمواد الكيميائية المستنبطة من تركيب السبانغ هي ضمن المواد المستعملة لصنع الخلية الشمسية التي تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.



## تسيطر المحيطات على الطقس العالمي

Oceans Control Global Weather

سنة الاكتشاف 1770 م

ما هذا الاكتشاف؟ بضم كميات هائلة من الحرارة خلال احديات، تسيطر  
التيارات المحيطية الواسعة على الطقس والمناخ على اليابسة  
من المكتشف؟ بنجامين فرانكلين Benjamin Franklin

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر تيار الخليج في المحيط الأطلسي الأهم بين التيارات المحيطية بالنسبة للأرض. فهو  
عثابة محرك حراري كبير، محمل بكميات هائلة من المياه الحارة نحو الشمال لتدفع قارة  
أوروبا. وقد حدد للرحلات الاستكشافية والتجارة المحيطية مساركها وأنماطها، ويعتقد أنه  
كان عاملًا حاسماً في تحديد بداية العصور الجليدية. أخيراً، يُعد الأساس في فهم أنماط النقل  
العالمي وال العلاقات المتداخلة للمحيطات والطقس والمناخ.

كان رجل الدولة والمخترع والعالم الأمريكي بنجامين فرانكلين أول من أجرى تحقيقاً  
علمياً بشأن تيار الخليج واكتشف أهميته لطقس ومناخ العالم. افتح عمله هذا دراسة علمية  
لمواضيع مثل تيارات المحيط، حرارة المحيط، تفاعل تيارات المحيط مع الرياح، وتأثير تيارات  
المحيط على المناخ. باختصار، تعتبر اكتشافات فرانكلين بداية لعلم دراسة المحيطات الحديث.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اضطلع بنجامين فرانكلين برسم خريطة لتيار الخليج gulf stream بهدف التسريع  
من الملاحة المحيطية. ولكنه أكمل عليه باكتشاف أن تيارات المحيط تمثل عاملًا مهمًا في  
السيطرة على المناخ والطقس بالعالم.

سبق للبحارة الاسكندنافيين الأوائل أن لاحظوا وجود تيارات محيطية سطحية خلال  
رحلاتهم في المحيط الأطلسي. ويعود لكل من كولومبوس\* Columbus وبونس دي

\* كريستوفر كولومبوس (1451-1506م) الرحالة الإيطالي الشهير الذي اكتشف العالم الجديد (أمريكا)  
تحت الناج الإسباني يوم 12 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1492م - المترجم.

ليون\*\* الفضل في وصف تيار الخليج على امتداد شاطئ فلوريدا وفي المضيق الفاصل بين فلوريدا وكوبا. بينما لاحظ آخرون تيارات شمال الأطلسي على مر القرون اللاحقة. لكن لم يقم أي منهم بجدولة هذه التيارات وتسجيلها على خرائط خاصة أو بربط الرؤى الفردية وجمعها في سياق واحد منتظم.

تقىء المسؤولون البريطانيون في بوسطن بشكوى تحريرية إلى لندن عام 1769 م مدعين فيها تأخير السفن البريطانية الصغيرة (المسؤولة عن نقل الركاب والرسائل إلى المستعمرات الأمريكية) في عورها الأطلسي متخلفة عن السفن التجارية الأمريكية بأسبوعين. فسمع المنذوب الأمريكي في لندن آنذاك، بنجامين فرانكلين، بالخبر - ورفض تصديقه. فهذه السفن بالذات صغيرة وسريعة في الحركة، كما أنها تملك طاقمًا أكثر احترافاً قياساً بالسفن التجارية الثقيلة لرود آيلند\*\*\*.

استشار فرانكلين ربان سفينة تجارية من رود آيلند كانت تلقى بحمولتها في لندن آنذاك. فأكمل له الربان صحة ما حدث لأن التجار البحريين الأمريكيين تعلموا عن مجموعة من صيادي الحيتان في رود آيلند ما يسمى بتيار الخليج، والذي هو عبارة عن تيار ينتقل بسرعة 3 م/ثا من نيويورك ونيوإنجلاند شرقاً نحو الجبلترا. فعرف الربابة الأمريكية كيف يملاون شمالاً أو جنوباً برحلات غريبة تلافياً للاقarra هذا التيار القوي.

قرر فرانكلين التتحقق من الأمر. لكنه لم يجد أية إشارة لتيار الخليج على أي من الخرائط المعنية، ولا في دفاتر الإرشاد الملادي البريطاني. فبدأ بلقاء التجار وصائد الحيتان من رود آيلند مستفيداً من خبراتهم في تسجيل وخطيط تيار الخليج. كان صائدو الحيتان الأكثر إماماً بمسار تيار الخليج نظراً لتجمع الحيتان على امتداد حواسه.

وبحلول عام 1770 م، حضر فرانكلين خرائط وأوصاف مفصلة لهذا التيار. لم تصدقه البحرية البريطانية بدورها ورفض بخارها الأطلال على معلوماته القيمة والعمل بها\*\*\*\*. ومع

\*\* بونس دي ليون (1460-1521م) رحالة اساني رافق كولومبوس في رحلته الثانية للعالم الجديد اكتشف فلوريدا عام 1513 م خلال بحثه عن بحر الشباب الأسطورية - المترجم.

\*\*\* من المستعمرات البريطانية الثلاثة عشرة التي شكلت الولايات المتحدة الأمريكية، وصغر ولاية من حيث المساحة - المترجم.

\*\*\*\* ربما يعود ذلك لعدم ثقة الجانب البريطاني بفرانكلين الذي بدأ أفكاره الداعية لأمريكا متحدة تبلور تحت ضغط الأحداث التي شهدتها هذه الفترة، بينما كان مؤمناً بأمبراطورية بريطانية مكونة من أمم ذاتية الحكم لدى أول قدمه إلى لندن. صدق البريطانيون في مخاوفهم، إذ التحق فرانكلين

تزاييد التوتر بين بريطانيا والمستعمرات الأمريكية عام 1773م، فضل فرانكلين حجب معلوماته عن البريطانيين.

قام فرانكلين بقياس قراءات منتظمة لحرارة المياه خلال كافة رحلات عبوره للأطلسي. وبحلول عام 1783م، كان قد أتى ثمانى رحلات اختط لمسارها جيئاً بدقة مع تحديد قراءاته الحرارية على خريطة السفينة.

و في آخر رحلة له من فرنسا إلى أمريكا، طلب فرانكلين من ربان السفينة افتتاح حافة تيار الخليج، مما أدى إلى إبطاء مسار الرحلة نتيجة لتراجع السفينة، مستعملاً حرارة المياه الدافئة داخل التيار وحرارة المياه الباردة خارجه لتحديد حدوده.

كما سمح الربان لفرانكلين بقياس درجات الحرارة السطحية وتحت السطحية (20-40 فاثوما\*\*\*\*). وكان فرانكلين أول من قاس عمق (و بالتالي حجم) تيارات المحيط.

اكتشف فرانكلين أن تيار الخليج يصب كميات هائلة من المياه الحارة (الحرارة) من مناطق الكاريبي المدارية إلى شمال أوروبا لتدفئة مناخها. وبدأ بدراسة العلاقة بين الرياح والتيار وبين تيارات المحيط والطقس. خلال النشرات المختصرة التي كتبها في وصف بياناته عن تيار الخليج، جذب فرانكلين انتباه واهتمام العلماء لتيارات المحيطات وتأثيرها على المناخ الأرضي.

كان وصف فرانكلين لتيار الخليج الأكثر تفصيلاً حين عام 1814م عندما نشر العالم الألماني ألكسندر فون همبولت Alexander von Humbolt كتابه عن تيار الخليج استناداً على قياسات 20 رحلة عبر له للمحيط الأطلسي. قتله هاتان الدراسات بداية علم دراسة المحيطات الحديث.

حقائق طريفة: إن تيار الخليج أكبر من أنهار المسيسيبي والنيل والكونغو والأمازون والفولغا واليانغتزي مجتمعة.



---

بالثورة لدى اندلاعها وبوصفه سفيراً جديداً في فرنسا، ضمن الدعم الفرنسي للثورة الأمريكية الذي كان عاملاً رئيساً في تحقيق الاستقلال - المترجم.  
\*\*\*\*الفاثوم هي وحدة قياس لعمق البحر مقدارها 6 أقدام - المترجم.

# الأوكسجين

Oxygen

سنة الاكتشاف 1774م

ما هذا الاكتشاف؟ أول غاز يفصل ويُعرف كعنصر فريد

من المكتشف؟ جوزيف بريستلي Joseph Priestley

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أشعل اكتشاف بريستلي للأوكسجين فتيل ثورة كيميائية. فكان أول شخص يستربط عنصراً غازياً واحداً من خليط الغازات المعروف بـ«الهواء»، في حين كانت الاكتشافات العلمية فيه مقتصرة على المعادن. وباكتشافه أن الهواء ليس منتظاماً كما أُشيع، جعل بريستلي من الغازات والهواء مادة دسمة للدراسة.

نظراً لكون الأوكسجين عنصراً محورياً في عملية الاشتعال، فقد أدى اكتشاف بريستلي إلى فهم معنى أن يتحقق شيئاً ما في المفهوم العلمي وكذلك فهم تحويل المادة إلى طاقة عبر تفاعلات كيميائية.

وأخيراً، قدم بريستلي عملية بسيطة ولكن جذابة ومؤثرة في تحليل الغازات الجديدة والعناصر الغازية المعروفة. ما كان شكله؟ هل يمكن أن يحرق (شمعة أولاً ثم شظايا خشبية)؟ هل سيُبقي على حياة فأر؟ هل يُمتص في الماء؟

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان حضرة جوزيف بريستلي Joseph Priestley المجل مهتماً بالهواء أكثر من واجباته الكنسية. ولا عجب، فالهواء واحد من العناصر التقليدية الأربع (مع النار والماء والتراب) المذكورة في الكتاب المقدس. ولكن ما ابtagاه بريستلي كان مختلفاً تماماً - فقد أراد معرفة تركيب الهواء.

كتب علماء آخرون عن صنعهم لغازات جديدة بشكل فقاعات خلال تفاعلاً them الكيميائية. فوصفها بعضهم بـ«الغازات الغير الأليفة» التي استجمعت ضفطاً كافياً لتفجير الأوعية المختبرية الزجاجية ومضاعفة احتراق الخشب، لكن دون أن يفلح أي منهم في استخلاص دراسة هذه الغازات الجديدة.

تصاعدت وساوس بريستلي بهذا الخصوص، ووجد نفسه مضطراً لاقتفاء ودراسة هذه الغازات الغريبة الموحشة.

في أوائل عام 1774م، قرر بريستلي أن الطريقة الوحيدة لعزل ودراسة هذه الغازات الجديدة هي بحصرها تحت الماء في وعاء زجاجي مقلوب مملوء بالماء ومفرغ من الهواء.

فعم على البدء بحرق مادة الزئبق الصلب *mercurius calcinatus* ومن ثم دراسة الغاز الذي قيل أنه سيتخرج عن التفاعل.

في الأول من آب (أغسطس) سنة 1774م، استعمل بريستلي عدسة مكربة قوية لتركيز ضوء الشمس على قنية تحتوي على بودرة من مادة — *mercurius calcinatus*. وكانت القنية مسدودة بواسطة سداد فليني، مع وجود أنبوب زجاجي يربطها بجوض غسيل مليء بالماء يحتوي على أوعية زجاجية مملوئة هي الأخرى بالماء ومقلوبة على قاعدة سلكية شبكية. كان أنبوب بريستلي الزجاجي ينتهي تحت الفوهه المفتوحة لإحدى القناني بحيث تصاعد الغازات المنبعثة وتتحضر في الوعاء الزجاجي ذاك.

عندما سخن بودرة الزئبق الصلب، بدأت فقاعات واضحة بالتصاعد من نهاية الأنابيب الزجاجي، وبدأ الوعاء بالامتلاء. حصد بريستلي ثلاثة قناني من الغاز ليكون بذلك أول إنسان يصطاد هذا الغاز المريب. ولكن ما كان ذلك الغاز؟

رفع بريستلي إحدى القناني بحذر من الماء، ووضع شمعة متقدة تحت فوهته مباشرة. فتحول الضوء الخافت حول فييل الشمعة إلى كتلة متوجهة من النار. فعلاً، صدق من قال أن بمقدور هذا الغاز الغريب أن يجبر المواد على الاحتراق بشدة.

قلب بريستلي وعاءً جديداً مملوءاً بالهواء الاعتيادي على الشبكة السلكية بجانب وعاء ثان يحتوي على الغاز الغامض. فوضع فأراً في كل منها، وبدأ يرافق. كافح الفار الموضع بقنية الهواء الاعتيادي في تنفسه بعد 20 دقيقة، في وقت ارتاح فيه جاره في قنية الغاز الغامض بتنفسه ولمدة فاقت 40 دقيقة!

لم يجد بريستلي ما هو أفضل من تسمية «الغاز النقي» لوصف هذا الغاز المدهش. وقام برفع وعاء من «الغاز النقي» بحذر من حوضه، ثم وضع أنفه بفوهة الوعاء الواسعة، فلاحظ أزدياداً في خفقان قلبه. أخيراً، وهو مغمض العينين، استجمعت شجاعته وأستشق بكمال قواه. لم يشعر جوزيف بأي اضطراب غير طبيعي في تنفسه. فجرب ثانية، وعلى العكس،

شعر بالكثير من الراحة والحيوية هذه المرة. وبقي تنفسه سلساً وخفيفاً بشكل ملحوظ بعد ذاك.

على أية حال، تكفل عالم آخر من باريس يدعى أنطوان لافوازيه Antoine Lavoisier بتسمية غاز بريستلي الذي اسمه المعروف اليوم: الأوكسجين.\*

حقائق طريفة، بغياب الأوكسجين، تبدأ عملية الموت البيولوجي في غضون 3 دقائق. ولا يزال بطل العالم في الغوص بيدين فيراراس Pipin Ferreras يحافظ بالرقم القياسي لسلك النفس بمقدار 8 دقائق و58 ثانية.



---

\* اشتقاقاً عن الإغريقية بمعنى "مولد الحموضة"، لأن لافوازيه طن خطأً أن هذا الغاز يدخل في تركيب جميع الأحماض - المترجم.

## البناء الضوئي

### Photosynthesis

سنة الاكتشاف 1779م

ما هذا الاكتشاف؟ تستعمل النباتات ضوء الشمس في تحويل ثاني  
أوكسيد الكربون بالهواء إلى مادة نباتية جديدة  
من المكتشف؟ يان إنغينهاوس Jan Ingenhousz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

البناء الضوئي هي العملية التي تقود الإنتاج النباتي في جميع أنحاء الأرض، كما وتنتج  
معظم ما نستنشقه من أوكسجين في الهواء. تعتبر النباتات وعملية البناء الضوئي عناصر  
رئيسية في دورة الأوكسجين الضرورية لحياة الإنسان والثدييات الأخرى.

باكتشاف عملية البناء الضوئي، ساهم يان إنغينهاوس في إثراء فهمنا لوظيفة النباتات  
على الأرض ووسع من مدارك أولي العلم في فهم غازين جوين أساسين: الأوكسجين وثاني  
أوكسيد الكربون. كما وتدبر العلوم الحديثة للهندسة النباتية والحاصليل لهذا العالم  
بتأسيسهما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد يان إنغينهاوس Jan Ingenhousz بمدينة بريدا الهولندية عام 1730م. وبعد  
إنعام دراسته للطب، قَفلَ راجعاً إلى مسقط رأسه - بريدا - لمواصلة حياته المهنية.

اكتشف جوزيف بريستلي الأوكسجين عام 1774م وأجرى تجارب مثيرة على هذا  
الغاز الغير المائي الجديد. ففي إحداها، قام بريستلي بإدخال شمعة متقددة إلى وعاء يحتوي على  
الأوكسجين النقي، وأبقى على اشتتعالها لحين استُفند جميع الأوكسجين وانطفأت الشمعة  
تلقائياً. دون السماح بدخول أي هواء جديد إلى الوعاء، أدخل إليه بريستلي غصينات من  
العناء الطافية في قدر ماء، وذلك ليستطع فيما لو أن نبات العناء سيموت في هذا الهواء  
«السي». لكن عاش العناء على خلاف توقعه! بعد شهرين، وضع فأرا في الوعاء، فعاش  
بدوره - دلالة على إرجاع نبات العناء للأوكسجين إلى داخل الوعاء. ولكن لم تنجح هذه  
التجربة مع بريستلي دائمًا، فسلم بأهلاً لغز محير وانتقل إلى تجرب آخر.

فراچه و سلبت له لبّه. قرر بعدها أن يتحقق ويشرح في لغز بريستلي.

خلال العامين التاليين، أجرى إنفينهاوس ما يقارب 500 تجربة، واعتبرها في نظر الاعتبار جميع التغيرات والاحتمالات الممكنة. فابتكر طرفيتين للحصول على الفائز الذي يتوجه النبات، تفضي إحداها بمحصول النبات في حجرة مغلقة، والثانية في غمرة بالماء.

استعمل إنفيهاؤس كلتا الطريقين، لكنه رأى من الأسهل جمع ودراسة الغاز المتجمع تحت الماء على شكل فقاعات صغيرة. وفي كل مرة يجمع فيها الغاز المتجمّع من قبل النبات، كان يتحقق فيما لو كان مساعداً لاشتعال هيب الشمعة (الأوكسجين) أم مساعداً لإخماده (ثنائي أوكسيد الكربون).

اندهش إنفينهاوس بجمال وتناسق اكتشافه. يستنشق الإنسان الأوكسجين ويتخلص من ثاني أوكسيد الكربون، بينما تقوم النباتات بعكس العملية نوعاً ما. إذ قامت النباتات المعرضة لضوء الشمس بامتصاص ثاني أوكسيد الكربون المطروح من قبل الإنسان وأنتجت الأوكسجين النقي لنا لاستنشقه، في حين قامت النباتات الموجودة في الظل أو أثناء الليل بعكس العملية. فكانت تصرف كالبشير، ت Tactics الأوكسجين وتنتج ثاني أوكسيد الكربون.

بعد مئات التجارب، أوضح إينغيناوس بأن النباتات تنتج كميات من الأوكسجين أكبر بكثير من امتصاصها له. فكانت النباتات المغمورة في الماء تنتج كميات مستمرة من الأوكسجين على شكل فقاعات عند تعريضها لضوء الشمس المباشر، بينما توقف إنتاج الفقاعات أثناء الليل. أما النباتات المتروكة لفترات طويلة في الظلام، فأنتجت غازاً قادراً على إخماد اللهب. عندما نقلت النباتات ذاتها إلى ضوء الشمس المباشر، أنتجت غازاً حوت جرة متقدة إلى جحيم مستعر - أنتجت الأوكسجين من جديد.

أظهر إنفينهاوس اعتماد إنتاج الغاز على ضوء الشمس، واستمر بتجاربه معلناً عدم إنتاج النباتات لأية كتلة جديدة (ورقة أو جذع أو غصن) بامتصاص المادة من التربة (كما ظن الآخرون)، إذ لم تفقد التربة أبداً من كتلتها مع نمو النبات. فأستنتج بأن النمو الجديد للنباتات مصدره ضوء الشمس. تقوم النباتات، إذن، بأخذ ثاني أوكسيد الكربون من الهواء وتحوله إلى مادة تركيبية جديدة بوجود ضوء الشمس.

اكتشف إنجينهاؤس عملية البناء الضوئي، مبرهناً أن النباتات تكون كتلة جديدة لها «من الهواء» بثيث ثانٍ أوكسيد الكربون مع ضوء الشمس. ونشر نتائجه عام 1779م

بكتاب اسماءه *Experiments Upon Vegetables* أي «تجارب على الخضروات». أما لفظة *Photosynthesis*, المشتقة عن الإغريقية بمعنى «البناء الضوئي»\*, فقد أُبتدعَت لاحقاً بسنوات.

حقائق طريفة، تنمو بعض أنواع الخيزران بمعدل 91 سم (3 أقدام) باليوم.  
إِنْمَا كَانَكَ رَؤِيْتَهَا أَثْنَاءَ غُوهَا!



---

\* قد يكون معروفاً لكثير منا أن هذه العملية تُجرى بواسطة صبغة الكلوروفيل chlorophyll بالأساس، لكن ما لا يعرفه الكثيرون أن هنالك تشابهاً تركيبياً بينه وبين هيموغلوبين الدم عند الحيوانات. إذ كلاهما مشتق عن الـ(بورفيرين) مع احتواء الكلوروفيل على المغنيسيوم بدل الحديد الموجود بالهيم (أمر مثير للانتباه!) – المترجم.

## حفظ المادة

### Conservation of Matter

سنة الاكتشاف 1789 م

ما هذا الاكتشاف؟ تبقى الكمية الكلية للمادة (الكتلة) ثابتة دائماً بغض النظر عن التغيرات الكيميائية والفيزيائية الطارئة  
من المكتشف؟ أنطوان لافوازيه Antoine Lavoisier

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان لافوازيه أول كيميائي يؤمن عبّداً على *measurement* أي «القياس» قبل وبعد التجارب، في حين كان من أسلافه من الكيميائيين يعتمد على *observation* «المراقبة» والـ *description* «الوصف» للتفاعلات التجريبية. بقياسه الدقيق لوزن المواد، اكتشف أن المادة لا تُنْفَى ولا تُسْتَحْدَث خلال التفاعل الكيميائي ولكن قد تتغير من حالة لأخرى. لا يزال العلماء يستعملون هذا المبدأ كل يوم ويسمونه «حفظ المادة».

كما وأرسى عمل لافوازيه لأسس وقواعد علم الكيمياء الحديث. عمل لافوازيه كثيراً على المواد الغازية، معطياً للأوكسجين اسمه المعروف (في حين اكتشف جوزيف بريستلي الأوكسجين واسمه الغاز النقي)، ومكتشفاً أن الأخير يشكل 20% من الغلاف الجوي. يعتبر لافوازيه بحق أباً للكيمياء الحديثة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في ربيع عام 1781م، ترجمت زوجة الفرنسي أنطوان لافوازيه Antoine Lavoisier، السيدة ماري، نشرة علمية للعالم روبرت بويل من اللغة الإنجليزية إلى اللغة الفرنسية. جاء في هذه النشرة وصف لتجربة على مادة القصدير لاحظ فيها بويل تغيراً غير مُبِّر لوزن القصدير لدى تسخينه. أقنع بويل -أسوة بمعظم العلماء الآخرين- بأن الوزن الزائد قد «استُحْدِث» خلال تجربته الكيميائية.

سخر لافوازيه من الفرض الاستحداث أو فقدان الغامض للكتلة (الوزن) خلال التفاعلات الكيميائية. وأقنع بأن الطريقة التجريبية التقليدية للكيميائيين كانت غير وافية بالغرض، حيث اعتمد الكيميائيون على «المراقبة» و«الوصف» الدقيقين للتغيرات الطارئة

على المواد خلال إجراء تجاربهم، بينما طالب لافوازيه بتسجيل ما يمكن قياسه. وكان الوزن من الخصائص التي طالما استطاع قياسها.

قرر لافوازيه إعادة تجربة بويل، وبالتالي قياس الوزن بدقة واكتشاف مصدر الوزن الرائد. فوضع صفيحة صغيرة من القصدير على كفة ميزانه الرقيق وقاد وزنه. ثم وضع الصفيحة في دورق زجاجي مقاوم للحرارة وسدَّ فتحته ضماناً لتضمين التفاعل بأكمله داخل الدورق. قاس وزن الدورق (و الصفيحة التي تحتويه) قبل وبعد تسخينها. ولاحظ اكتساه الصفيحة بطبقة ثخينة من الكلس (على شكل بقعة رمادية فاتحة) لدى تسخينها - كما وصف بويل تماماً في تجربته.

الآن، أطفأ لافوازيه المدخن وأنظر الدورق حتى يبرد ثم قاس وزنه من جديد. لم يتغير وزن البوتقة قط. فحاول لافوازيه استطلاع ما جرى، وفتح البوتقة مؤدياً إلى دخول سريع للهواء كما لو أن هناك فراغاً جزئياً. رفع أنطوان الصفيحة المكسوة بالكلس وقاد وزنها. فلاحظ ازدياد وزنها بقدر غرامين (كما حصل في تجربة بويل).

استنتج لافوازيه أن الوزن سببه الهواء داخل البوتقة وهو ما يفسر الدخول السريع للهواء جديد عند فتحها. اكتسبت صفيحة القصدير غرامين في وزنها لدى امتزاجها بالهواء لتكون طبقة الكلس. وعند فتح البوتقة، دخل غرامان جديدان من الهواء لاستعاضة الهواء المتتص في تكوين الكلس.

أعاد لافوازيه التجربة مستعملاً صفيحة أكبر من القصدير. ولكن بقيت كمية الهواء المتتص في طبقة الكلس هي ذاكـاـ غرامان اثنان. كرر التجربة للمرة الثالثة وقاد حجم الهواء المتتص في تركيب الكلس، فوجده 20% من إجمالي الهواء داخل الدورق. فاستنتج بأن 20% فقط من الهواء يمكنه الارتباط مع القصدير. وأدرك بأن هذهـاـ 20% لا بد أن تكون «الهواء النقي» الذي اكتشفه بريستلي عام 1774م، وأسمـاهـ لافوازـيهـ «الأوكسجين».

و ياجرائه لتجارب أخرى أيقن لافوازـيهـ بأنه اكتشف ما هو أهم من ذلك بكثير. أعتقد بويل بإمكانية «استحداث» الوزنـ أوـ المادةـ خلال تجارب كيميائية، ولكن أثبت لافوازـيهـ بأنـ المادةـ لا تستحدث ولا تُفنى بواسطة تفاعل كيميائيـ. فهو تأتي دومـاـ من مكانـ ماـ وتذهبـ لمـكانـ ماـ يمكنـ للعلماءـ الـاهـتمـاءـ إـلـيـهـ فيماـ لوـ اـعـتـمـدواـ عـلـىـ قـيـاسـاتـ دـقـيقـةـ.

لقد تم اكتشاف المبدأ المهم لحفظ المادة. لكن دون أن ينشره لافوازيه لغاية إصداره  
لمؤلفه الكيميائي المعروف عام 1789 م.

حقائق طريفة، سميت كوكبة الكور Fornax الشهيرة تكريماً للكيميائي  
الفرنسي أنطوان لافوازيه الذي أُعدم بالمقصلة إبان الثورة الفرنسية عام

\* 1794 م.



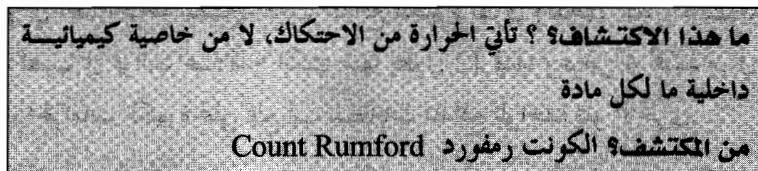
---

\* أطلقها دي لاكييل نسبة إلى الكور (الفرن) الذي أوضح فيه صديقه لافوازيه المفهوم العلمي للاحتراق، و  
الذي قطع رأسه ظلماً من قبل رجالات الثورة بهمة العمل لصالح الملكية. رثاه الرياضي لاجرانج (الذى  
كان أحد الواشين به) ندما بقوله الشهير: «لزتمهم لحظة فقط لقطع رأس يمكن أن تعود فرنسا بمنتهى قرناً من  
الزمان». بعد عام ونصف، أصدرت الحكومة تبرئة بمحقق و لكن بعد أن راح أبو الكيماء في أوج عطائه  
وهو لم يتجاوز الخمسين - المترجم.

## طبيعة الحرارة

The Nature of Heat

سنة الاكتشاف 1790 م



ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

آمن العلماء بأن الحرارة عبارة عن سائل غير مرئي عديم الوزن يدعى *Caloric* «السعري». فالأشياء الحارة محشوة بالسعري، وينتقل السعري من البارد للحار. كما وآمنوا بوجود مادة غير مرئية أخرى تدعى *phlogiston* «الفلوجستون» مسؤولة عن عملية الاحتراق، وتتدخل في تكوين المواد القابلة للاحتراق. فبحرقها، يتحرر الفلوجستون إلى الهواء، وينتهي الحريق بفقدان جميع معينها من الفلوجستون.

حالت هذه المعتقدات الخاطئة دون فهم العلماء لطبيعة الحرارة والأكسدة (بضمنها عملية الاحتراق)، وعطلت تقدم علوم الفيزياء كثيراً، حتى جاء الفرج على يد بنجامين ثومسون، الذي أسي نفسه الكونت رمفورد، فحطّم هذه الخرافات واكتشف مبدأ الاحتكاك الذي أدى إلى فهم صحيح لطبيعة الحرارة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1790 م كان الكونت رمفورد Count Rumford (37 عاماً) يعمل في خدمة ملك بافاريا\* كمستشار عسكري. وكجزء من واجباته، كان مسؤولاً عن صنع السلاح المدفعي الملكي.

من مواليد ماساشوسيتس باسم بنجامين ثومسون Benjamin Thomson، عمل رمفورد جاسوساً بريطانياً خلال حرب التحرير الأمريكية، ثم تجسس على البريطانيين لصالح الروسيين، وأخيراً، فرَّ إلى بافاريا عام 1790 م مغيّراً اسمه إلى الكونت رمفورد\*\*.

\* هي أكبر ولايات ألمانيا و تضم العاصمة ميونيخ - المترجم.

كان مصنع المدافع مكاناً كثیر الصخب، دائم الضجيج. فهنا تطرق أطر العجلات المعدنية وأقواس الامتطاء، وهناك تصدر الخزانات الكبيرة صفيرًا حادًا وبخاراً كثيفاً منبعاً من الصفائح المعدنية المتوجة أثناء تبريدها في المياه الباردة داخلها.

و في أحد أحجحة المصنع، كانت المدفع الكبيرة تُطرق وتلجم، كما وكانت المعادن المذابة تُصب في قوالب عملاقةـ الكثير منها بطول 12 قدماً وعرض 4 أقدام. في حين عملت الخراّمات الكبيرة على قلع لب سبطانات المدفع الواحدة تلو الأخرى.

لما كانت حديقة الخراّمات تسخن بشكل خطير أثناء عملها، فإن المصنع كان مزوداً بمجداول من الماء لتبريدها ومنع تلفها وإذابتها. فيصدر صفير خاص وينبعث بخار متوجه من سبطانات المدفع باتجاه السقف العلوى للمصنع، حيث كان يتکثف ويقطر على العمال من تحت.

ياحدى زياراته، أدرك رمفورد أن كميات كبيرة من الحرارة قد تسربت إلى الهواء والماء من سبطانات المدفع. وكان العلماء يعتقدون حينذاك بأنه كلما ازدادت المادة سخونة، يزداد محتواها من السعرى. فقد تحرر السعرى إذن إلى كل مكان بالمصنع ليُسخن كل ما يلامسه.

تعجب رمفورد كيف هذه الكمية الهائلة من السعرى (الحرارة) أن تُتبَعَ من معدن سبطانة مدفع واحدـ خصوصاً وأن سبطانات المدفع بدأ باردة فعلاً عند بدأ عملية خرمها!

قرر رمفورد أن يستطلع كم من السعرى احتوته كل سبطانة وأين يُخزنـ فصمم جرناً كبيراً لجمع كل الماء المُنْصَبَ من سبطانة المدفع خلال تخريمهـ بغية قياس الزيادة في حرارتهاـ أمر رمفورد باستعمال خراطيم المياه الإضافية أيضاً لرش الخراّمات أثناء عملها تلافياً لتكوين البخارـ إذ لم يرد أن يفلت أي جزء من السعرى على شكل بخار لا يقدر على حصره وقياسه.

---

\*\* حياة الكونت رمفورد مليئة بالتناقضات في الحقيقة، لعل آخرها رحيله من بافاريا إلى فرنسا و زواجه المفاجي من أرملة العالم أنطوان لافوازيه، السيدة ماري لافوازيه، و الذي لم يدم طويلاً بسبب إلهاج الأخيرة على التمسك باسم زوجها الأول، أغلب الظن - المترجم.

بدأت عملية التخريم بزعقات مدوية. وبينما بدأت خراطيم المياه في رش حديدة الحرّامات مؤدية إلى توهجه، انساب وابل من المياه الساخنة بعمق ثالثي إنشات خلال الجردن الضيق ماراً أمام الكونت ومحاريره.

جفل الكونت في مكانه. لقد أنسابت كمية من السعرى من سبطانة المدفع تلك أكثر مما يمكن أن يتخيله حتى في أغرب أحلامه. بل لا تزال تجري أمامه بدرجة تفوق الخمسين على المقاييس السيليزى.

وأخيراً انقضت أسارير الكونت أمام شيء ما خاطئ يحدث ذلك اليوم. لقد فقدت سبطانة المدفع توأّ كمية من السعرى (الحرارة) تكفي أن تحوّله إلى جحيم من المعدن السائل بآلاف الدرجات السيليزية. لقد بدا له مستحيلاً أن يحفظ هذا المعدن بكل هذا المخزون من السعرى.

راقت رمفورد العمال وهم يعودون إلى تشغيل حرّاماتهم والعمل مجدداً، وأدرك بأن ما شاهده عبارة عن «حركة». فاثناء حركة حديدة الحرّامة على معden السبطانة، تتولّد الحرارة. تتحول الحركة إلى حرارة، إذن!

نسميه اليوم الاحتكاك *friction* ونعرف أنه من المصادر الأولية للحرارة. ولكن في عام 1790م، لم يصدق أحد بنظرية الكونت رمفورد الجديدة عن حرارة الاحتكاك وتزمتوا بمفهوم السعرى لخمسين سنة أخرى.

حقائق طريفة؛ يُعزى للاحتكاك مع جسيمات الهواء احتراق الشهب والنیازک لدى دخولها الغلاف الجوي. وهو الاحتكاك ذاته الذي أجبر الناس على تبليط قاع كل مكوك فضاء ببنات من البلاط السيراميكيه العازلة للحرارة. وكان فشل إحدى هذه البلاط سبباً لانفجار مكوك كولومبيا *Columbia* عام 2004م.



## تعرية الأرض

Erosion of Earth

سنة الاكتشاف 1792 م

ما هذا الاكتشاف؟ يتشكل سطح الأرض بفعل قوى جباره تعمل ببطء  
واسعمرار على بنائه وتعريرته  
من المكتشف؟ جيمس هتون James Hutton

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان علماء القرن الثامن عشر لا يزالون يؤمنون بأن سطح الأرض بقي على حاله ل حين حدوث كوارث جسيمة (لعل أشهرها فيضان نوح) غيرت وجه كوكبنا بشكل جذري ومفاجئ. فحاولوا جاهدين فهم تراكيب سطح الكوكب من خلال البحث عن هذه الأهوال القليلة. أدت محاولات دراسة الأرض وتاريخه وعمره استناداً على هذا المفهوم إلى أفكار طائشة وبعيدة تماماً عن الصواب.

اكتشف جيمس هتون بأن سطح الأرض في تغير مستمر بطيء - فالأرض تتطور كالكائنات الحية التي تحضنها. واكتشف العمليات التي تبني سطح الأرض وتقوّضه بالتدريج، مما ساعدنا على فهم عمر كوكبنا الأعم ومهّد لظهور علوم الأرض بحلتها الجديدة المعروفة الآن.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

خلال الثمانينيات من القرن الثامن عشر، قرر الطبيب المشرف على التقاعد صاحب السبعة والخمسين عاماً والمزارع (والجيولوجي الهاوي) جيمس هتون James Hutton أن يحاول التطوير في الافتراضات الغربية التي تقدّم بما العلماء الآخرون عن عمر الأرض. فبدأ بدراسة صخور بلاده إسكتلندا ليرى إن كان قادراً أن يستشفّ منها حقيقة أوضح عن عمر الأرض.

تدرّع الرجل الطويل التحيل تلال بلاده الخضراء الشديدة الانحدار بخطوطات متزمرة متبااعدة، وسرعان ما شكّ بصحة النظرية الجيولوجية المعروفة بالـ *catastrophism* أو «الكارثية»، مؤداها أن جميع التغيرات الطارئة على سطح الأرض سببها تغيرات عنيفة

مفاجئة (كوارث) - «الفيضانات الجباره نحت الوديان في ساعات. قوى اللّي الدافعة الجباره أرست الجبال بين ليلة وضحاها». أدرك هتون أن لا حدث كارثي يمكنه أن يفسر وجود تلال شديدة الانحدار ووديان متعرجة كالتي رآها ودرسها تواً.

أن تنادي بخطأ نظرية معروفة شيء، ولكن أن تبرهن خطأها أو تقترح نظرية بدائلة أفضل تفسيراً لطبيعة سطح الأرض شيء آخر تماماً. وسع هتون من نطاق بحثه محاولاً اكتشاف القوى الفعلية وراء تكوين التلال والجبال والوديان والهضاب على سطح الأرض.

في أواخر ذلك الصيف، وصل هتون إلى جدول مائي صغير ينحدر من واد سحيق شديد الانحدار. دون تفكير، انخى والتقط ملء قبضته من الحصى والرمل عند قاع الجدول. ولما غربل هذه الحصى الصغيرة بين أصابعه، أدرك أنها انحرفت مع تيار الماء وتفتت أثناءها إلى قطع أصغر فأصغر. فموطنها ليس هنا، بل هناك في مكان ما من على سلسلة المرتفعات المقابلة.

كان جدول الماء يحمل التراب والأحجار من قمة التل إلى قاع الوادي. وهو بذلك يعيد صياغة منحدر التل - لكن ببطء، حبة حبة، يوماً بيوم وليس بالعنف والكارثة التي وصفها الجيولوجيون.

أدرك هتون أن الأرض قد تشكلت ببطء وليس بين ليلة وضحاها. فمياه الأمطار المنحدرة من التلال تجرف معها أجزاء من التربة والصخور، فتصبها في جداول، تأخذها بدورها إلى السهول.

تيارات الماء حفرت الأرض جداول وأحاديد وودياناً على أقل من مهلها. وعلى نفس الوبورة حفرت الرياح التلال. قوى الطبيعة تشق الأرض وتسويبها في كل صوب وحدب، تاركةً جراحها مفتوحة تحت رحمة قوى أخرى تعقبها، وهكذا دوالياً على مر قرون لا تخفي من عمل دُوّوب لا هوادة فيه من فعل الرياح والمياه.

ثم توقف فجأة. لو كان ما أفترضه صحيحاً، فلم تقدم الطبيعة الأرض تماماً حتى الآن؟ لم تندثر الجبال والتلال؟ لا بد أن تكون هناك قوة أخرى تبني الأرض على نقيس قوى الطبيعة الهدامة. ظل جيمس هتون متوجلاً ومفكراً في هذه المسألة لأيام. ما الذي بني الأرض؟ وأخيراً راودته فكرة ما: إن الحرارة في لب الأرض تبني الجبال والتلال وذلك بدفعها نحو الأعلى.

أُرسست سلاسل الجبال عالية بقوة دفع حرارة الأرض لها، بينما تقوم الرياح والمياه بتعريفها وإنزالتها من جديد. وبدون بداية أو نهاية حقيقة، فإن هاتين القوتين تتضادان في توازن ديناميكي على مر دهور (باعتبارها المقياس الزمني الحقيقي للدراسات الجيولوجية).

بهذا الاكتشاف العظيم، غير جيمس هتون نظرية الجيولوجيين إلى الأرض وعمليةها إلى الأبد، كما وغير تماماً الحس البشري حول تقدير المقياس الزمني اللازم لحدوث هذه التغيرات جماء.

حقائق طريفة، قبل ملايين السنين الغابرة، عرَّت المياه الجارية سطح المريخ، تاركة الأحاجيد والضفاف وقيعان الأهوار اليابسة التي رآها العلماء هناك. أما الآن، فإن الغلاف الجوي للمريخ من الرقة ما يجول دون احتفاظه بالماء السائل. فكوب الماء في المريخ سيتبخر حالاً ويختفي محملاً على الرياح الشمسية هناك.



## التلقيحات

### Vaccinations

سنة الاكتشاف 1798م

ما هذا الاكتشاف؟ يمكن حماية الناس من المرض وذلك بحقنهم بجرعات خفيفة من ذات المرض الذي يحاولون تجنب الإصابة به.

من المكتشف السيدة ماري وورتلي مونتاغو Lady Wortley Montagu

Edward Jenner وادوارد جينر Mary

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

هل سبق وأصبحت بالجدري؟ شلل الأطفال؟ التيفوئيد؟ ربما لا.

على أية حال، تعودت البشرية يوماً ما على الإصابة بهذه الأمراض المعدية بشكل وبائي كثيراً ما كان يوصف بالطاعون - و الذي لم يكن بدوره بريئاً من الفتك بالمجتمعات البشرية على غرار سابقاته. ويعزى لهذه الأوبئة قتل ما يقارب نصف سكان أوروبا خلال القرنين الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين.

كانت الخصلة السنوية لضحايا الجدري وحده 100000 قتيلاً ولقرن كامل من الزمان، تاركاً بصماته على ملايين أخرى من المشوّهين، بينما فتك وباء الأنفلونزا عام 1918 بـ 25 مليون من البشر في كافة أصقاع العالم. أما شلل الأطفال، فقد قتل الآلاف في مطلع القرن العشرين وعوق ملايين آخرين.

اكتشاف بسيط واحد لم يجد من انتشار هذه الأوبئة الفتاك فقط، بل أزالها تماماً عن الوجود. يتمثل هذا الاكتشاف بالتلقيحات، حيث أنقذت حياة الملايين ومحى كميات لا عد لها من المعاناة والألم في عالمنا. أطفال أمريكا اليوم يلقو حون نظامياً ضد ما يقارب 15 مرضًا مختلفاً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

Lady Mary Wortley Montagu انتقلت السيدة ماري وورتلي مونتاغو ذات الأربعين والعشرين ربيعاً والشاعرة الإنجليزية المعروفة، للعيش في تركيا عام 1712م وذلك برفقة زوجها لدى تعينه سفيراً لبريطانيا هناك. لاحظت السيدة ماري أن سكان

تركيا الأصلين لم يعانون من الجدري، ذلك المرض المخيف الذي شوه من هيئتها وفك عشرات الألوف من بني جلدتها كل عام.

ملاحظة أخرى جلبت انتباه حرم السفير المصنون، ألا وهي ممارسة النساء الريفيات العجائز لعادة تسمى «التطعيم». ففي وقت سخر فيه من سبقها من البريطانيين من هذه العادة باعتبارها من المراسيم القبلية الساذجة، شككت السيدة ماري في كون هذا الحدث السنوي سبباً لمناعة أهل البلاد ضد مرض الجدري.

كان على العوائل الريفية القرار فيما لو أن أيّاً من أفرادها يجب أن يصاب بالجدري تلك السنة. فكانت تأتي امرأة عجوز تحمل معها قشرة جوز مليئة بالسائل الملوث بالمرض، فتفتح أحد أوردة المتطوع بإبرة مغمضة بالسائل وسط هليل ورقص العائلة.

أما الشخص المصاب فكان يلزم السرير ليومين أو ثلاثة معانياً من حمى خفيفة وطفح بسيط، ثم يستعيد كامل عافيته، بل ويتقي شر إصابة خطرة بالجدري في المستقبل. تساءلت ماري في إمكان وقاية الإنجليز من الجدري بطريقة التطعيم هذه.

لدى عودتها إلى بلادها عام 1713م، ألقت السيدة ماري محاضرات عن الفوائد المحتملة للتطعيم. فنبذها قومها باعتبارها امرأة غير متعرمة و«سخيفة». في أوائل عام 1714م، استمعت كارولين Caroline أميرة ولزز لإحدى خطب السيدة ماري، فقررت تجربتها على المدانين واليتمى.

جمعت السيدة ماري القبح المستربط من حوصلات الجدري للمرضى المصابين وحققت كميات قليلة من السائل القاتل في أجسام الأشخاص المجريين عليهم. فكانت نسبة الوفاة عند هؤلاء أقل من ثلث المجموع العام، بينما أصحاب نسبة خمسة أضعاف منهم بحالات طفيفة عابرة دون تكون عندهم بثور المرض.

لكن كانت هنالك مشكلة في التطعيم. إذ كان تلقيح فيروسات حية للجدري خطراً وبالتالي توفي بعض المرضى جراء عمليات التلقيح التي ابتعت حمايتهم بالأساس.

على صعيد آخر، لاحظ الجراح الإنجليزي الشاب إدوارد جينر Edward Jenner عام 1794م أن مريضات الأبقار من قريته لم يصبوا بالجدري إطلاقاً، في حين أصبن جميعاً بجدري البقر الذي كان يقتصر على ظهور حوصلات صغيرة على اليدين. أفترض جينر أن جدري البقر من نفس عائلة جدري البشر وأن الإصابة بالأول تقي إصابة قاتلة بالثاني، على غرار عملية التطعيم.

جرَب جينر نظريته على 20 طفلاً محقنهم بالسائل المستنبط من حوصلات جدري البقر عند إحدى مريضات الأبقار المصابات بقرينه. فأصاب كل طفل بجدري البقر على شكل حوصلات مؤلمة على اليدين والقدمين دامت بضعة أيام.

بعدها بشهرين، حقن جينر كل طفل سابق بسوائل تحتوي على إصابات حية من جدري البشر. فلو كانت نظرية جينر خاطئة، لمات العديد من الأطفال الآن. ولكن على العكس تماماً، لم يُيدِ أي منهم أية أعراض لمرض الجدري الخطير.

ابتكر جينر<sup>\*</sup> لفظة *vaccination* أي «التلقيح» لوصف هذه العملية في معرض إعلان نتائجه عام 1798م. فمقطع *vacca* مشتق من الكلمة латинская بمعنى «البقرة»، أما *vaccinia* فتعني «جدري البقر».

حقائق طريفة: أعلنت منظمة الصحة العالمية WHO إزالة الجدري<sup>\*\*</sup> عام 1979م، فعقب الرئيس الأمريكي جورج بوش الأب على هذا الحدث التاريني بقوله «منذ ذلك العام لم تقص السلطات أية حالة طبيعية للمرض في العالم أجمع».



\* هنالك بعض الدعاوى تفيد بأن جينر لم يكن السباق إلى فكرة استعمال سوائل جدري البقر للوقاية من جدري البشر. على أية حال، غير ما يقال في هذا السياق هو ما قاله الطبيب الكندي وليام أوسلر (الذي يُعد الكثيرون أباً للطب الحديث) في معرض دفاعه عن جينر: "في العلم، لا يُكرَم أول من يفكّر، بل أول من يقنع العالم". أعني أن لا يكون كلامه قد طال السيدة مونتاغو، فقد نفذت الفكرة بطريقة أخرى! – المترجم.

\*\* يفتخر الأطباء اليوم كوفم قاب قوسين أو أدنى من تحقيق إزالة كاملة لعدوين آخرين، هما: شلل الأطفال ومرض دودة غينيا (درانكلوسيس) – المترجم.

# الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

Infrared and Ultraviolet

سنة الاكتشاف 1800 و 1801

ما هذا الاكتشاف؟ تشع الطاقة من الشمس والنجوم الأخرى خارج  
الطيف المرئي الضيق للألوان  
من المكتشف؟ فريديريك هيرشل Frederick Herschel (تحت الحمراء)  
و يوهان ريتter Johann Ritter (فوق البنفسجية)

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تشكل الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية أجزاء رئيسية من تطورنا العلمي على مر القرنين المنصرمين، بينما لم يتطرق أحد ل حين عام 1800م إلى احتمال وجود الإشعاع خارج النطاق الضيق الذي تداركه العين البشرية. و سعى اكتشاف الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية من مجال الرؤية العلمية خارج حدود الضوء المرئي إلى حيث الطيف الإشعاعي بأكمله، ابتداءً من الموجات الراديوية وانتهاءً بأشعة غاما.

تعد الأشعة تحت الحمراء مفتاحاً للعديد من الاكتشافات الفلكية، بالإضافة إلى استعمال علوم الأرض لها في قياس الحرارة بمختلف الدراسات - اعتباراً من درجات حرارة الخيط ولغاية صحة الغابات. كما أن متحسسات الأشعة تحت الحمراء تعتبر الأساس في عمل صفارات تتبع السرقة وإنذارات الحريق وغيرها من أجهزة التقصي الخاصة بالشرطة وفرق الإطفاء. اكتشف العلماء إمكانية الجهاز البصري للعديد من الطيور والحشرات على تقصي الأشعة تحت الحمراء. أما الأشعة فوق البنفسجية، فقد سمحت بفهم أفضل للإشعاع الشمسي وللأجزاء العالية الطاقة من الطيف - بضمها الأشعة السينية والأشعة الدقيقة وأشعة غاما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد فريديريك هيرشل Frederick Herschel بمدينة هانوفر الألمانية عام 1738م. منذ صباه، عُرِفت عنه موهبة خاصة بالموسيقى والفلك. فهو ذاته الذي اكتشف كوكب أورانوس عام 1781م، ليكون بذلك أول كوكب يُكتشف على مر ألفي عام تقريباً.

بأواخر عام 1799م، بدأ هيرشل دراسة لضوء الشمس. كان عادةً ما يستعمل مرشحات ألوان لغرض فصل أجزاء الطيف الضوئي، فلاحظ سخونة بعض هذه المرشحات أكثر من قريناً لها خلال دراسته تلك.

تبيناً لهذه الرؤية، صمم هيرشل موشوراً كبيراً للغاية، ووجه الطيف الضوئي الصادر منه على جدار بعيد في غرفة مظلمة وقام الحرارة داخل كل من هذه الحزم الضوئية الملونة على حدة. فتعجب من ملاحظة ارتفاع الحرارة باضطراد من منطقة اللون البنفسجي (الأبرد) حتى بلغت أقصاها عند منطقة اللون الأحمر. ثم فجأة خطر له أن يضع حراراً في الفراغ المظلم عند أقصى اليمين بجوار الحيز الأحمر (بعد الطيف الضوئي مباشرة).

كان حريّاً بالحرار أن يحافظ على برونته طالما أنه لا يقع ضمن أي حيز ضوئي مباشر. ولكن هذا لم يحدث قط، بل سجل الحرار الدرجة العليا قياسياً.

أفترض هيرشل المذهول أن الشمس تشع موجات حرارية على امتداد الموجات الضوئية وأن هذه الأشعة الغير المرئية تكسر بدرجة أقل قليلاً خلال مرورها بالموشور قياساً بأأشعة الضوء. ولم تنتقض سوى أسبوع، ليذهل هيرشل أمام حقيقة أخرى - فأشعة الحرارة هذه تكسر وتعكس وتتحفي ..... الخ من الخصائص المعروفة للضوء. ونظراً لموقعها تحت حيز الضوء الأحمر، أسماها هيرشل *infrared* أي «الأشعة تحت الحمراء».

ولد يوهان ريتter Johann Ritter هو الآخر بألمانيا وأصبح فيلسوفاً في علم الطبيعة. كان ضمن معتقداته الراسخة أن هناك اتحاداً وتناظراً في الطبيعة وبأن جميع قوى الطبيعة يمكن أن تُعزى إلى قوة واحدة أساسية، هي الأوركرافت *Urkraft*.

في عام 1801م، قرأ ريتter عن اكتشاف مواطنه هيرشل للأشعة تحت الحمراء بشغف، إذ سبق له أن عمل على دراسة تأثير ضوء الشمس على التفاعلات الكيميائية كما وعمل في حقل الكيمياء الكهربائية (تأثير التيارات الكهربائية على المواد والتفاعلات الكيميائية). لاحظ ريتter خلال دراسته تلك تأثير الضوء على كلوريد الفضة، حيث يتتحول لون هذه المادة الكيميائية من الأبيض إلى الأسود لدى تعريضها لضوء الشمس (وهو ما أصبح فيما بعد أساساً للتصوير الفوتوغرافي).

قرر ريتter إعادة تجربة هيرشل، لكنه لم يستطع فيما لو أمكن لكل لون من ألوان الطيف اسوداد مادة كلوريد الفضة بالدرجة ذاتها. فقام بتصنيع قطع من الورق بمادة كلوريد الفضة، وكرر خطوات هيرشل بغرفة مظلمة، ولكن بدل قياس الحرارة عند كل لون من الطيف،

فاس ريتز الزمن الذي استغرقه اسوداد قطع الورق عند كل لون على حدة. فلاحظ أن اللون الأحمر بالكاف يغير من لون مادة كلوريد الفضة، في حين يتغير اللون البنفسجي الأسرع في ذلك.

و على غرار هيرشل، قام ريتز بوضع ورقة أخرى مطلية بمادة كلوريد الفضة في المنطقة المظلمة خلف حزمة اللون البنفسجي، فاسودت الورقة بأسرع مدة قياسية! رغم عدم تعرض هذه الورقة للضوء المرئي، فإن (إشعاعاً) ما قد أثر فيه وغيره من لونها. إذن، اكتشف ريتز الأشعة فوق البنفسجية *ultraviolet* على نفس الشاكلة التي اكتشف بها مواطنه هيرشل الأشعة تحت الحمراء.

**حقائق طريفة:** يستعمل جهاز التحكم عن بعد للتلفاز الأشعة تحت الحمراء لضبط الصوت أو تغيير المقطة.



## التخدير

Anesthesia

سنة الاكتشاف 1801م

ما هذا الاكتشاف؟ دواء يستخدم أثناء العمليات الجراحية يسبب فقدان

إحساس المريض بالألم

من المكتشف؟ هنري ديفي Humphry Davy

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

مهّد التخدير جراحة آمنة وجعل العديد من العمليات الجراحية عملية حقاً ومعقولة. فالضرر الذي كان يسببه الألم للمريض جراء العملية كان عادةً من الخطورة بحيث حال دون إجراء الأطباء للعديد من العمليات الجراحية، كما وحال دون استشارة العديد من المرضى لالمعونة الطبية اللازمة لهم.

بددَ التخدير الكثير من الألم والخوف والقلق والمعاناة لدى المرضى خلال معظم الإجراءات الجراحية - سواء العامة منها أو تلك المتعلقة بجراحة الأسنان، كما وأتاح للمهنة الطبية فرصتها في تطوير وتعديل عمليات جراحية أنقذت حياة أعداد لا تحصى من البشر.

يعتبر علم التخدير اختصاصاً طبياً أساسياً الآن، ويحظى بمكانته مرموقة في كل صالة للعمليات. ومع احتمال تطوير أدوية وطرق تخديرية جديدة في العقود القادمة، فإن هذا الجانب من الطب سيظل ملازماً لنا إلى الأبد.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اشتق اسم التخدير *anesthesia* من اللغة الإغريقية بمعنى «انعدام الإحساس»، وقد ابتكره أوليفر وينديل هولمز Oliver Wendell Holmes (والد رئيس القضاة بالمحكمة العليا الأمريكية بنفس الاسم) وذلك عام 1846م. على أيّة حال، عُرف مفهوم التخدير قبل آلاف السنين. فقد زاول الأطباء الصينيون القدماء طريقة الوخز بالإبر التي تمنع انتقال أحاسيس الألم إلى الدماغ. بينما استعمل الإغريق والمصريون القدماء **البيروح**\* (جذور نبات الماندراوغرا) لتحفيز حالة من اللاإوعي، وكانت تلك الطريقة

\* نبات ينتمي للفصيلة البازنجانية لطالما ارتبط بقضايا السحر والشعوذة عند الشعوب القديمة - المترجم.

الفضلي للأطباء الأوروبيين خلال القرون الوسطى. أما الرقة في حضارة الأنكا، فكانوا يضعون أوراق الكوكايين وبيصقون بعضها في الجروح لتخفيف الألم مرضاهم.

تباري ثلاثة من علماء القرن التاسع عشر على المطالبة بحق ابتكارهم للتخدیر الحديث، فلم يستحق أحد منهم هذا الشرف لأن همفري دافي Humphry Davy كان قد ناله توأ.

كان طبيب التوليد الإسكتلندي السير يونغ سيمبسون Sir Young Simpson أول من يستعمل الكلوروفورم. فقد لاحظ أن المرضى الذين استنشقوا نفحات قليلة من الغاز (حيث كانت تُوضع قطعة من القطن المغمّس بالكلوروفورم تحت الأنف) سريعاً ما تتم تهدئتهم وبالتالي يفقدون وعيهم. لم يجلب استعماله للدواء أي اهتمام يذكر لحين عام 1838م حين طلبه الملكة فيكتوريا Queen Victoria لحضور ولادتها لسابع أطفالها.

شهد الكلوروفورم أوسع رواج له خلال الحرب الأهلية الأمريكية، حيث جرت العادة بتسويق قطن الجنوب الأمريكي إلى الجلتنا وتبديله بالأدوية -بضمها الكلوروفورم- الذي عُدَّ من المقومات الأساسية التي تزخر بها حِيم العلاج الميدانية للأطباء الجنوبيين. حافظ الكلوروفورم على بعض شعبيته بعد الحرب -خصوصاً في الجنوب- لحين تطوير الأدوية الصناعية في مطلع القرن العشرين.

كان الطبيب بولاية جورجيا كراوفورد لونغ Crawford Long أول من استعمل الإيثر خلال العمليات الجراحية. إذ أزال ورماً بعنق قاضٍ معلٍ يدعى جيمس فينابل James Venable البة. لكن لم يكلف لونغ نفسه عناء الإعلان عن نجاحه ذلك في وفته.

بعدها بعامين استغل جراح الأسنان هوراس ويلس Horace Wells ملاحظة لونغ بفائدة الإيثر التخديرية خلال إحدى عملياته الجراحية، إلا أنه أوقف الغاز مبكراً بالخطأ، فنهض مريضه المسكين وهو يصرخ من الألم. استهزأ الجموع الختند من الأطباء لحضور العملية من الموقف وحكموا على مطالبات ويلس بفوائد الإيثر خدعة لا تنطلي عليهم.

بعدها بعام (1845م)، أعطى طبيب أسنان آخر من بوسطن الإيثر مجالاً جديداً لإثبات قدراته التخديرية. وفعلاً جرت العملية التي أجرتهاها وليام مورتون William Morton بسلام، ولكن دون أن تتبين أمريكا -وبالتالي أوروبا- استعمال الإيثر رسمياً كمادة تخديرية

أساسية إلا بعد نجاح ثانٍ عملية علنية لمورتون وبعد نشر الأخير لمقالات عدّة يصف فيها مناقب مادة الإيثر وقدرها التخديرية.

على أية حال، لم يكن أي من هؤلاء الثلاثة الأول في اكتشاف التخدير الطبي الحديث. فقد شهد عام 1801م قيام العالم الإنجليزي هنفري ديفي Humphry Davy بتجارب على الغازات حضر من خلالها مادة أوكسيد النتروز بالحاد غازي النتروجين والأوكسجين. جرب ديفي على هذا الغاز العديم اللون وأخذ منه بعض استنشاقات عميقه، وصف حاله بعدها بفترة من الشعور المتزايد بالغبطة والانشراح أعقبتها نوبة لا إرادية من الضحك ثم البكاء حين فقدان وعيه.

أنهى ديفي اكتشافه غاز الضحك ولاحظ ميله لنجريده من الإحساس بالألم، فأوصى باستعماله للأغراض التخديرية في المجال الجراحي. رغم نكران الوسط الطبي لاكتشاف ديفي حينذاك، إلا أنه يعد أول تجربة وتجريب علمي لمادة مخدرة.

حقائق طريفة، يعود استعمال العبارة الإنجليزية الشائعة «*biting the bullet*» أو «*عض الرصاصة*» إلى الأيام التي سبقت استخدام تقنية التخدير في سوح القتال. فالعض على المادة الرخوة للرصاصة كان يؤدي إلى انتصاص ضغط العض دون إتلاف أسنان الجنود.



---

\*\* تُستعمل في اللغة الإنجليزية للدلالة على قبول عواقب خيار أو موقف صعب، أو الإذعان لأمر بات معهوماً - كقولهم مثلاً، «سائقو السيارات يضعون الآن على الرصاص بعد غلاء أسعار الوقود»، أي قبلوا الوضع عن كره وامتعاض - المترجم.

## الذرات

### Atoms

سنة الاكتشاف 1802 م

ما هي الذرة؟ الذرة هي الجسيم الأصغر في الوجود الذي ينتمي إلى عناصر كيميائية

من المكتشف جون دالتون John Dalton

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتمد العوالم الحديثة للفيزياء والكيمياء على معرفة ودراسة عالم الذرات. ولكن لم يستطع أحد رؤية الذرة على حقيقتها حتى اكتشاف الجهر الإلكتروني عام 1938م. قبلها بقرون، عُرفت الذرة بشكل جيد وكانت جزءاً هاماً من البحث الكيميائي والفيزيائي. كان جون دالتون من عُرَفَ الذرة متى حاوله العلماء الفرصة للبحث الجاد على هذا المستوى الدقيق. الذرة هي أصغر جزء من أي عنصر والبنية الأساسية للمادة، إذ تُبنى المركبات الكيميائية جميعها من ارتباطات ذرية.

نظراً لكون فهم الذرة أساساً لفهم الكيمياء والفيزياء باختلاف تشعبهما، فإن اكتشاف دالتون يُعد من نقاط التحول الهامة في الحقل العلمي، كما وقدّ صاحبه لقب أب علم الفيزياء الحديث على حد رأي الكثيرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في القرن الخامس قبل الميلاد، افترض كل من ليوسبيوس من ميليتوس Leucippus وديموقريطس من أبيدريا Democritus of Abdera إمكانية تفتيت المادة إلى قطع أصغر فأصغر. فأطلقوا على ذلك الجزء الذي لا يمكن تفتيته إلى قطع أصغر اسم *atom* أو «الذرة». استعمل غاليليو ونيوتون لفظة الذرة بنفس مدلولها السابق، أما روبرت بوير وأنطوان لافوازيه فكانا أول من استعمل لفظة *element* أو «عنصر» لوصف مادة كيميائية حديثة الاكتشاف. كان كل هذا العمل، على أيام حال، مبنياً على نظرية فلسفية عامة، وليس على المراقبة والإثبات العلميين.

ولد جون دالتون John Dalton عام 1766م بالقرب من مدينة مانشستر الإنجليزية ونشأ وسط عائلة متزمرة من جماعة الأصحاب\*. بحريمانه من تعليم مدرسي نظامي، قضى دالتون 20 سنة في دراسة علم الأرصاد الجوية والتدريس بكليات دينية. بنهاية هذه الفترة المذكورة، التحق بالجامعة الفلسفية وقدم نشاطات كثيرة في هذا المجال، تتضمن تقارير عن البارومتر، المحرار، الهيغرومتر، تساقط المطر، تكوين السحب، التبخر، رطوبة الجو وتكوين الندى. تضمن كل تقرير بدوره نظريات جديدة ونتائج بخشية متطورة.

سرعان ما ذاع صيت دالتون كونه صاحب تفكير إبداعي خلاق، وتفرغ تماماً للبحث العلمي. في عام 1801م، حول اهتمامه من دراسة غازات الجو إلى عالم التفاعلات الكيميائية، دون أن تحول شحة خبرته ومارسته للكيمياء عائقاً بوجه بحثه المضني بهذا المجال.

كان ما يقارب الخمسين عنصراً قد اكتشف في ذلك الوقت - بين معادن وغازات ومواد غير معدنية. لكن توقف جميع علماء الكيمياء أمام مسألة أساسية لم يجدوا لها جواباً: كيف تتحدد العناصر لتكون ألف المركبات التي توجد على سطح الأرض؟ فمثلاً، كيف يتحدد غاز الهيدروجين مع غاز آخر هو الأوكسجين ليكونا سائلاً هو الماء؟ بل الأدهى من ذلك، لم يتحدد غرام واحد بالضبط من الهيدروجين مع ثانيةGrams مضبوطة من الأوكسجين لتكونين الماء - ليس أقل ولا أكثر أبداً؟

درس دالتون كل ما أمكنه العثور عليه (أو خلقه) من تفاعلات كيميائية في محاولة منه للوصول إلى نظرية عامة توضح كيفية تصرف الجسيم الأساس لكل عنصر. فقارن أوزان المواد الكيميائية جميعاً وكذلك التراكيب الذرية المختملة لكل عنصر في كل مركب. وبعد عام من الدراسة استنتج دالتون بأن هذه المركبات معرفة بنسبيّة رقمية بسيطة حسب الوزن، وهو ما جعله يستنتاج عدد جسيمات كل عنصر في مختلف المركبات المعروفة (كالماء، الإيثر... الخ).

افتراض دالتون بأن كل عنصر مؤلف من جسيمات دقيقة غير قابلة للتنتفية وبأنما ذاكما التي تتحدد مع مثيلاتها من عناصر أخرى لتكونين مركبات كيميائية. رغم استعماله

\* جماعة الأصحاب Quakers هي فرقه بروتستانتية أسسها جورج فوكس في إنجلترا عام 1625م احتجاجاً على تسلط الدولة على الكنيسة وعلى بعض العقائد والطقوس التي اعتبرت ضرباً من الارتداد إلى الكنيسة الكاثوليكية. اضطهدت اضطهاداً شديداً فرحل كثير من أتباعها إلى العالم الجديد - المترجم.

الكلمة الإغريقية القديمة «الذرة» لوصف هذه الجسيمات، إلّا أنه أضفى عليها معنى كيميائياً محدداً.

أظهر دالتون أن جميع ذرات المادة لأي عنصر متطابقة، وهذا يمكن لأي منها الاتساع مع نظيراتها من العناصر الأخرى لتشكل المركبات الكيميائية المعروفة، مع وجوب امتلاك كل مركب عدداً ثابتاً لا يتغير من الذرات لكل عنصر من العناصر المكونة له. كما وأستنتج بأن المركبات تتكون من أقل عدد ممكن من الذرات لكل عنصر، فمثلاً ليس  $H_4O_2$  طالما أن صيغة  $H_2O$  هي أبسط وتحتوي على النسبة ذاتها لذرات الهيدروجين والأوكسجين.

كان دالتون أول من استعمل رموزاً حرفية ( $H_2O$ ... الخ) لتمثيل مختلف العناصر المعروفة. اعتنق العلماء نظريات واكتشافات دالتون على الفور، ثم ما لبثت أن تخطت حدود المكان والزمان. فلا زلت ندرس مفهومه عن الذرة إلى يومنا هذا.

**حقائق طريفة\*\*:** أصغر ذرة هي ذرة الهيدروجين، وتتألف من إلكترون واحد يدور حول بروتون واحد. أما أكبر ذرة في الطبيعة فهي ذرة اليورانيوم  $-92$  إلكتروناً يدور حول نواة محشوة  $-92$  بروتوناً و  $92$  نيوتروناً. وقد صُنعت ذرات أكبر مختبرياً دون أن توجد بشكل حر في الطبيعة.



\*\* لعل الأطرف أن أول تقرير علمي لدالتون لم يكن لا عن الجو ولا عن الذرة، بل عن مرض (عمى الألوان) الذي كان يعانيه، ليكون أول من وأشار إليه. عاد دالتون إلى طفولته المفتونة بعلم البصائر، فقد بدا له لون زهرة البريسم أزرقاً زاهياً حال قطقه، بينما تحول إلى الأصفر لما كان ينظر إلى الزهرة تحت ضوء الشمعة في البيت. ظن دالتون أن السبب في ذلك هو اللون الأزرق لسائل عينيه، وظللت هذه المسألة تربكه ل حين آخر لحظة من حياته، حيث أوصى طبيبه ب التشريح إحدى مقلتيه بعد وفاته. نزولاً على رغبته، شرّح الطبيب مقلة عين دالتون دون أن يعثر على أي سائل أزرق.

كتب لهذا اللغز أن يعيش طويلاً. وبعد 150 عاماً من وفاته، قام فريق من الأطباء عام 1995م بدراسة الحامض النووي من عينة من مقلة عين دالتون حافظ عليها مجمع علمي بمانشستر بطريقة غريبة. فاكتشفوا إصابة دالتون بنوع نادر نسبياً من عمي الألوان يدعى ديبتروانوبيا *deuteroanopia*، لا يرى فيها المريض من الطيف إلا الأزرق والبنفسجي والأصفر -المترجم.

# الارتباط الكهروكيميائي

## Electrochemical Bonding

سنة الاكتشاف 1806 م

ما هذا الاكتشاف؟ الاواصر الجزيئية بين العناصر الكيميائية ذات طبيعة كهربائية  
من المكتشف؟ همفري ديفي Humphry Davy

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف ديفي بأن الاواصر الكيميائية بين الذرات المكونة لجزء ما ذات طبيعة كهربائية. نحن نعرف الآن بأن الاواصر الكيميائية بين الذرات ناتجة عن الانتقال أو المشاركة بجزيئات مشحونة كهربائياً - الالكترونات. أما في عام 1800م، فكانت فكرة تضمين الكيماء ل النوع من الكهربائية بمنطقة اكتشاف راديكالي منقطع النظير.

افتتح اكتشاف ديفي الحقل الحديث للكيماء الكهربائية، كما وأعاد تحديد النظرة العلمية للتفاعلات الكيميائية والكيفية التي ترتبط من خلالها الكيميويات بعضها البعض. وأخيراً، استفاد ديفي من مفهومه الجديد هذا في اكتشاف عنصرين جديدين (و مهمين)، لا وهم : الصوديوم والبوتاسيوم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد همفري ديفي Humphry Davy عام 1778م بمحاذاة ساحل كورنوال المعرج يانجلترا. تلقى القليل فقط من التعليم المدرسي، في حين اعتمد على التعليم الذاتي في تثقيف نفسه. لما بلغ الصبا، تلمذ على يد جراح ثم صيدلي. ولكن تفتق اهتمامه الحقيقي بالعلم مع الكتابات الأولى للعالم الفرنسي أنطوان لافوازيه.

في عام 1798م تلقى ديفي عرضا من قبل الكيميائي الهاوي الميسور توماس بيلدويس Thomas Beddoes للعمل ببرistol وذلك في مختبر أنسسه الأخير، حيث قنع ديفي بحرية مطلقة في اتباع أهوائه العلمية الكيميائية. فجرّب على الغازات عام 1799م معتقداً بأن أفضل طريقة لفحص هذه المخلوقات الغير المرئية هي باستنشاقها. فكان أن استنشق غاز أوكسيد النتروز  $N_2O$  و غاب عن الوعي، غير متذكر سوى لشعور من الارتفاع والحبور، فراج استعمال الناس للغاز في الحفلات تحت اسم «غاز الضحك». أما ديفي فقد

استعمل الغاز لغرض آخر، حيث قلع سن عقل له تحت تأثيره دون أن يشعر بألم. ورغم تصريحه بهذا في مقال، إلا أن الطب فضل الانتظار 45 سنة أخرى لتبني غاز أوكسيد التروز كأول غاز مخدر.

كما جرب داييفي على غاز ثانوي أوكسيد الكربون، وكاد أن يفقد حياته هذه المرة متسماً باستنشاق هذا الغاز السام. وبوصفه منظم عروض وسيما مهندما، تألق داييفي بتمثيل عروض كبيرة لكل تجربة واكتشاف يتحقق، وسط دهشة وذهول جمهوره ومعجبيه.

في عام 1799م، اخترع الإيطالي اليساندرو فولتا Alessandro Volta البطارية وأحدث أول تيار كهربائي من صنع الإنسان في العالم. وفي عام 1803م أقع داييفي صديقه ورب عمله بيذويس بناء عمود فولتا (بطارية) عملاق مزود بـ 110 صفحة مزدوجة لغرض توفير قدرة أكبر.

حول داييفي جل اهتمامه إلى التجارب على البطاريات. فجرب معادن مختلفة بل وحتى الفحم لصنع الأليكترونيدين وعددًا مقارباً من السوائل المختلفة (камاء والحوامض.. الخ)- التي تسمى الالكترولايت - في ملا الفراغ الخيط بصفائح البطارية.

في عام 1805م لاحظ داييفي تأكسد الكترود مصنوع من الزنك لدى ربط البطارية. كان ذلك تفاعلاً كيميائياً يحصل بوجود تيار كهربائي. ثم لاحظ حدوث تفاعلات أخرى على الكترونات أخرى. فأيقن داييفي بأن البطارية (تيار كهربائي) كانت تسبب حدوث تفاعلات كيميائية، ومن هنا بدأ فهمه للطبيعة الكهربائية للتفاعلات الكيميائية.

في أحد عروضه الفخمة عام 1806م، مرر داييفي تياراً كهربائياً قوياً خلال الماء النقي وأظهر تكون غازين اثنين فقط: الهيدروجين والأوكسجين. فقد تزفت جزيئات الماء بفعل التيار الكهربائي، بما معناه أن للقوة الكهربائية القدرة على تفكيك الأواصر الكيميائية، وبالتالي استنتج داييفي بأن الأواصر الكيميائية لا بد أن تكون ذات طبيعة كهربائية بالأساس.

لقد اكتشف داييفي الطبيعة الأساسية للارتباط الكيميائي. فالأواصر الكيميائية كهربائية نوعاً ما. وكان هذا كفياً بإحداث تغيير جذري في نظرية العلماء لطريقة تكون الجزيئات والأواصر الكيميائية.

دأب داييفي على تجاربه، ممرراً تيارات كهربائية من الكترود لآخر خلال كل مادة يعثر عليها تقريباً. وفي عام 1807م، جرب قدرة بطارية جديدة مزودة بـ 250 من صفائح



الزنك والنحاس على مادة البوتاسيوم (الاشنان) الكاوية caustic potash ففصل عنصراً جديداً أشتعل بهيئه ساطع حال تكونه على الالكتروود، فأسماه potassium أو «البوتاسيوم». وبعدها بشهرين فصل دايفي عنصر الصوديوم\* sodium أيضاً. فقد أستمر اكتشاف العظيم في اكتشاف عنصرين جديدين مهمين.

حقائق طريفة: من التطبيقات الشائعة للارتباط الكهروكيميائي: قدور الطبخ. فالعملية تقضي بالتحاد سطح مطلي بأكسيد الألミニوم مع قاعدة من الألミニوم الصافي فيتشكل سطح أملس حال من المسامات أصلب من الألミニوم الصافي بـ 400 ضعف.

---

\* من المرجح أن اسم الصوديوم مشتق من الكلمة «صداع» العربية، حيث راج استعمال مركب للصوديوم في علاج حالات الصداع في أوروبا القرون الوسطى - المترجم.

## وجود الجزيئات

### The Existence of Molecules

سنة الاكتشاف 1811م

ما هي المركبات؟ الجزيئات هي عبارة عن مجموعة من الذرات المرابطة. تعرف ذرة واحدة باسم المائة عنصر كيميائي تشكل كوكينا. وبطبيعة الحال، عدد من مختلف الذرات يمكن أن تكون جزيئات، والتي يدورها تعرف واحدة من عدة آلاف من المواد التي يمكن تواجدها.

من المكتشف؟ أميديو أفو كادرو Amedeo Avogadro

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إذا كانت الذرات اللبننة الأساسية لكل عنصر، فالجزيئات هي اللبننة الأساسية لكل مادة على سطح الأرض. تأخر العلماء كثيراً في تقديمهم العلمي نظراً لعجزهم عن التصور الدقيق لجزيئات بصغر الذرة أو الجزيئات. فافتراض العديد منهم بأن جسيماً صغيراً (أسموه الذرة) يعتبر الأصغر على الإطلاق والوحدة الأساسية لكل عنصر. لكن المواد التي حولنا لا تتكون من عناصر منفصلة. فكان العلماء في شطط من أمرهم حيال تفسير الطبيعة الأساسية للمواد.

قدّم اكتشاف أفو كادرو لهم مبدئياً عن العلاقة بين جميع الملايين من المواد على سطح الأرض من جهة والقلة من العناصر الأساسية من جهة أخرى. كما وعده من نظرية كانت موجودة أصلاً مؤداتها أن كل لتر من الغاز (ببيوت الحرارة والضغط) يحتوي العدد ذاته من الجزيئات، مما سمح للعلماء بإجراء حسابات هامة على الغازات مع فهم أوسع لطبيعة جميع المواد. أصبح اكتشاف أفو كادرو من المحاور القياسية للكيمياء العضوية والغير العضوية وكذلك أساساً لقوانين الغازات وتطوير الكيمياء الكمية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في ربيع عام 1811م، كان الأستاذ الجامعي الشاب أميديو أفو كادرو Amedeo Avogadro (35 عاماً) جالساً في صفته متوجهما بالنظر إلى التقريرين العلميين المنشورين على الطاولة. كان أفو كادرو يدرس العلوم الطبيعية بكلية فيرشيلي في بلدة تورين الجبلية

الإيطالية. كان خمسة وعشرون طالباً يجلسون كل يوم في صف البروفيسور أفو كادرو وهو يلقي عليهم محاضرات ويناقشهم ويختبرهم بكل ما راى له من جوانب العلم.

في ذاك اليوم بالذات، تلا أفو كادرو هذين التقريرين على طلاب صفة موضوعاً أنه اكتشف لغزاً مهماً فيهما ومتحدياً إياهم في كشفه.

كان هذان التقريران وصفاً من كل من الكيميائي الإنجليزي دالتون والكيميائي الفرنسي غاي-لوساك Gay-Lussac لتجربة قام فيه كل منهما باتحاد ذرات الهيدروجين والأوكسجين لصنع الماء. وأوضحاً بأن لترتين اللذتين من ذرات غاز الهيدروجين اتحدا مع لتر واحد من ذرات الأوكسجين ليكون لتران اللذان من غاز بخار الماء. فدعا دالتون بأن هذه التجربة ثبتت بأن الماء مؤلف من ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين. كما ودعا غاي-لوساك من جانبه بإثبات هذه التجربة أن لترًا واحدًا من أي غاز يحوي العدد ذاته من الذرات لفتر الواحد من أي غاز آخر، بغض النظر عن كيمنتته.

عدت هاتان الدراسات بمثابة إنجاز كبير في حقل الكيمياء. ولكن من أول قراءة له، انزعج البروفيسور أفو كادرو من وجود تناقض مضجر.

فكل من دالتون وغاي-لوساك بدأ تجربته بلترتين بالضبط من الهيدروجين مع واحد من الأوكسجين، وهو ما يساوي ثلاثة ألتار من الغاز، إلا أن الاثنين حصلوا على لترتين فقط من غاز بخار الماء. فلو كان لكل لتر من الغاز العدد ذاته من الذرات، فكيف إذن يمكن لجميع الذرات الموجودة بثلاثة لترات من الغاز أن تشغل لترتين فقط من غاز بخار الماء؟

دق جرس كاتدرائية تورين إذاناً بمنتصف الليل عندما وجد أفو كادرو ضالته. فالذون وغاي-لوساك استعملما التعبير الخطأ. ماذا لو استبدلا كلمة «ذرة» بعبارة «مجموعة من الذرات المترابطة»؟

أبعكر أفو كادرو كلمة «جزيئة» molecule - وهي كلمة إغريقية تعني التسلق بطلقة في الغاز - لوصف هذا «التجمع من الذرات المترابطة». ثم بدأ بتجريب معادلات مختلفة على الورقة لحين عنوره على طريقة حساب جميع الذرات والجزيئات في تجربة كل من دالتون وغاي-لوساك.

فلو تضمنت كل جزيئة من الهيدروجين ذرتين من الهيدروجين وكل جزيئة أوكسجين ذرتين من الأوكسجين، ثم لو احتوت كل جزيئة من بخار الماء على ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين - كما دعا العالمان السابقان، فإن كل لتر من الهيدروجين

وكل لتر من الأوكسجين سيحتويان العدد ذاته من الجزيئات الموجودة في التررين الناتجين من بخار الماء (رغم اختلاف عدد الذرات المكونة لها)!

هكذا ومن غير لبس أنبوية اختبار أو إجراء تجربة كيميائية من أي نوع، اكتشف أميديو أفو كادرو وجود الجزيئات ووضع القانون الغازي الأساسي - كل لتر من الغاز يحوي العدد ذاته من جزيئات الغاز.

حقائق طريفة: أصغر جزيئة في الوجود هي جزيئة الهيدروجين - تتألف من إلكترونين وبروتونين فقط. أما الـ DNA فيعتبر أكبر جزيئة موجودة في الطبيعة باحتواها على أكثر من 4 بلايين من الذرات كل واحدة تتألف من عدد من البروتونات والبيوترونات والإلكترونات.



## الكهرومغناطيسية

Electromagnetism

سنة الاكتشاف 1820م

ما هذا الاكتشاف؟ تكون التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً والمكبس بالعكس  
من المكتشف؟ هانز أورستيد Hans Oersted

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

قبل عام 1820م، كان كل ما يُعرف عن المغناطيسية هو السلوك المغناطيسي للحديد وأحجار المغناطيس (بوصلات صغيرة وهشة)، في حين يُساق العالم الحديث للمحركات الكهربائية ومشاريع توليد القدرة الكهربائية من قبل مواد كهرمغناطيسية قوية - ناهيك عن مجففات الشعر والخلاطات وآلات الغسيل وغيرها من الأدوات التي تحظى بها بيوتنا ومصانعنا وحياتنا اليومية، والتي تعتمد جميعها على مبدأ الكهرمغناطيسية.

لقد خطَّ اكتشاف عام 1820م الجزء الكبير من غط حياثنا المعاصرة، وفتح الباب على مصريعيه لاحتمالات تفوق الخيال أمام هواة البحث والتطور العلمي. كما ويُعد سبباً لوجود أعمال علماء عمالقة في حقل الكهرمغناطيسية أمثال أندريه أمير\* Andre Ampere ومايكل فارادي\* Michael Faraday.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هانز أورستيد Hans Oersted بجنوب الدنمارك عام 1777م. درس العلوم في الجامعة، ولكنه أبدى ميلاً خاصاً تجاه الفلسفة. تبنى أورستيد التعاليم الفلسفية ليوهان ريتز الذي دعا إلى اعتقاد علمي طبيعي يفيد بوجود اتحاد لقوى الطبيعة جميعها، فآمن بإمكانية

\* أندريه ماري أمير (1775-1836م): رياضي وفزيائي فرنسي، وضع قانوناً يوضح قوة الحقل المغناطيسي الناتج عن انساب الطاقة الكهربائية خلال موصل. سميت وحدة قياس التيار الكهربائي «الأمير» باسمه - المترجم.

\* مايكل فارادي (1791-1867م): كيميائي وفزيائي إنجليزي، اكتشف الحث الكهرمغناطيسي والمغناطيسية الجاذبة وقوانين التحليل الكهربائي و مادة البرلين، كما وأخترع الدينامو الكهربائي و نظام أعداد التاكسد في الكيمياء. عُرفت وحدة السعة «الفاراد» باسمه. يعتبره معظم مؤرخي العلم أعظم مخترع في تاريخ العلم برمته. علماً أنه تلقى القليل من التعليم المدرسي و عمل كمساعد للعلم هنري ديفي، بل كثيراً ما عمل سائقاً خاصاً له و لزوجته التي كانت تطعمه مع الخدم و تعامل معه بكثير من الدونية - المترجم.

إرجاع جميع قوى الطبيعة إلى الأوركraft Urkraft، أو القوة المبدئية. ولدى حصوله أخيراً على منصب علمي تدريسي (في 1813م)، كرس جهوده البحثية لإيجاد طريقة يعزز بها جميع الفاعلات الكيميائية إلى الأوركraft بعية خلق وحدة طبيعية لحقل الكيمياء برمته.

انتعش البحث والاهتمام بالكهرباء بعد تجارب فرانكلين على الكهرباء الساكنة والطاقة المولدة من أوعية لايدن. وبعدها في عام 1800، اكتشف فولتا البطارية وأول جریان مستمر للتيار الكهربائي بالعالم، فأصبحت الكهرباء أujeوبة العالم العلمية، ونشر ثانية وستون كتاباً عن الكهرباء بين عامي 1800 و1820م.

علماء قليلون فقط تنبهوا إلى احتمال وجود ترابط بين الكهرباء والمغناطيسية. ففي عامي 1776 و1777م خصصت أكاديمية العلوم البافارية جائزة لكل من يتمكن من الإجابة على السؤال التالي: هل هناك من تماثل فيزيائي بين القوة الكهربائية والمغناطيسية؟ فلم يجدوا من فائز. كرر الجمع العلمي اللندنـي نفس العرض عام 1808م، ولم يفز أحد من جديد.

في ربيع عام 1820م، كان أورستيد يلقى محاضرته على أحد صفوفه عندما حدث أمر مدهش. فلقد جاء باكتشاف عظيم - أول اكتشاف علمي رئيسي يتحقق أمام صف من الطلبة. كان عرضاً توضيحياً بسيطاً على مستوى الدراسات العليا حول الكيفية التي يسخن بها التيار الكهربائي سلكاً من البلاتينيوم، دون أن يركّز على الكهربائية أو المغناطيسية - إذ لم يكن مهتماً بأيٍّ منهما على وجه الخصوص. وتصادف وجود أبرته المغناطيسية (بوصلته) على الطاولة قريباً من موقع الحدث.

فور ربط أورستيد للبطارية بسلكه، اهتزت الإبرة وانحرفت لاتجاه متعمد على سلك البلاتينيوم. وعند فصله للبطارية، رجعت الإبرة إلى مكانها الأصلي. تكرر الأمر ذاته كلما مرّ أورستيد تياراً كهربائياً خلال السلك ثم فصله. استمعت الطلاب بهذا المشهد في حين شعر أستاذهم بالارتياك وغير الحديث إلى موضوع آخر.

لم يراجع أورستيد هذا الحدث المدهش لمدة ثلاثة أشهر - لحين صيف عام 1820م. فأجرى سلسلة من التجارب لاكتشاف فيما لو أن تياره الكهربائي قد ولد قوة جذب للإبرة المغناطيسية أم نافذتها، كما وأراد محاولة إرجاع هذه القوة الغريبة إلى الأوركraft.

نقل أورستيد السلك فوق وبجانب وتحت الإبرة المغناطيسية، عكس التيار خلال سلك البلاتينيوم، حرب سلكين بدلاً من واحد. وبكل تغيير في السلك والتيار، كان يلاحظ تأثير التغيرات الناجمة على الإبرة المغناطيسية.



أدرك أورستيد أخيراً بأن تياره الكهربائي قد خلق قوة جذب وتنافر في الوقت نفسه، وبأنه خلق قوة مغناطيسية عبارة عن نوع جديد تماماً - يختلف جذرياً عن كل القوى التي وصفها نيوتون. حيث لا تعمل هذه القوة على خطوط مستقيمة، بل بشكل دائري حول السلك الحامل للتيار الكهربائي. فكتب أورستيد عن جلاء إبداء الأسلال الحاملة للتيار الكهربائي خصائص مغناطيسية، فتحقق بذلك اكتشاف مفهوم الكهرومغناطيسية.

حقائق طريفة: Aurora borealis أو «الشفق الشمالي» هي عبارة عن ظاهرة كهرومغناطيسية تحدث لدى ارتقاء الجسيمات الشمسية المشحونة كهربائياً بال مجال المغناطيسي للأرض. وفي نصف الكرة الجنوبي، تظهر هذه الستائر المسموحة من الضوء حول القطب الجنوبي وتسمى — Aurora australis أو «الشفق الجنوبي».

# أول متحجر ديناصوري

First Dinosaur Fossil

سنة الاكتشاف 1824م

ما هذا الاكتشاف؟ أول إثبات بأن الديناصورات العملاقة قد سارت يوماً ما على الأرض من المكتشف؟ جيدون مانتيل Gideon Mantell ووليام بوكلاند William Buckland

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

افتراض معظم الناس (و العلماء) بأن العالم بخلقه المائل من النباتات والحيوانات كان على نفس الشاكلة التي يرونها على أيامهم، ولكن اكتشاف متحجر ديناصوري قوّض هذه الفكرة من الأساس. فقد مثلّ هذا الاكتشاف أول برهان على وجود مجتمع مختلف تماماً من الحيوانات القديمة - والنقرضة الآن - جالت الأرض يوماً ما، وكان أول برهان كذلك على وجود وحوش عملاقة (ديناصورات) في القرون الغابرة من عمر كوكبنا الأأم.

كان هذا الاكتشاف بمثابة قفزة هائلة للأمام تشهدها علوم الآثار والإحاثة (الباليونتولوجي)\* - سواء في نطاقها المعرفي أو الميداني. أثبتت الديناصورات نفسها كأشهر شواهد الماضي دراماتيكية وكمصدر الأشد جذباً لاهتمام الشخص العادي نحو حقيقة التطور البيولوجي وتعريفه بها.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما عثر الناس على عظام متحجرة، لكن دون أن يصيّب أحدهم في اعتبارها أنواعاً حياتية منقرضة. في عام 1677م، عثر الإنجليزي روبرت بلوت Robert Plot على ما عُدَّ بعد 220 عاماً نهاية عظم الفخذ لديناصور عملاق ثانوي الأطراف من أكلة اللحوم. بينما حظي بلوت بشهادة واسعة في حياته عندما أدعى بأنها خصية متحجرة لمارد عملاق، ميرهنا صحة القصص القائلة بوجود المرددة والعملاقة يوماً ما.

\* علم الإحاثة paleontology هو العلم المختص بدراسة الحياة القديمة، من حيث هيويتها ونشأتها، بيئتها وتطورها، وما يمكن أن تخبرنا به عن الماضي العضوي وغير العضوي للأرض - المترجم.

كان واضحاً رضوخ العلم تحت وطأة عصور مظلمة حين عام 1824م الذي شهد كتابة رجلين إنجليزيين، كلا على حدة، مقالات عن اكتشافهما للديناصورات، فنالا سوية هذا الشرف عن جدارة واستحقاق.

في عام 1809م (50 عاماً قبل اكتشاف داروين لمفهوم التطور) عاش الطبيب الريفي الإنجليزي جيديون مانتل Gideon Mantell في ليويس بمقاطعة سوسكس الإنجليزية. خلال زيارته لأحد مرضاه يوماً ما، قامت زوجته ماري آن Marry Ann بجولة قصيرة ثم جاءت له بعدد من الأسنان الغريبة عشرت عليها أثناء جولتها تلك. كان واضحاً أن هذه الأسنان الكبيرة تعود لأكلة الأعشاب ولكنها من الكبير ما يعارض مناسبتها لأي حيوان معروف. كان مانتيل يهوى جمع الآثار المتحجرة للحيوانات القديمة لسنوات طويلة ولكنه لم يعهد أسناناً كهذه قط. فرجم إلى موقع الحدث من جديد وأدرك بأن طبقات الصخور تعود إلى العصر الميزوري. فالأسنان قديمة قدم ملائين عدة من السنين إذن!

لم تكن هذه العظام أولى العظام الكبيرة التي يعثر عليها مانتيل، ولكنها كانت الأغرب بالتأكيد. فأخذها إلى العالم الطبيعي الفرنسي الشهير شارلز كوفيه Charles Cuvier الذي أعتقد بأنها تعود لحيوان اعتيادي شبيه بوحيد القرن. فقد مانتيل اهتمامه بهذه الأسنان بعد ذلك.

تصادف أن رأى مانتيل عام 1822م أسنان حيوان *ايغوانا*<sup>\*\*</sup> وتذكر لفوره بأن هذه الأسنان هي النسخة المصغرة طبق الأصل لتلك التي عثر عليها قبل ثلاثة عشر عاماً. إضافة إلى العظام الأخرى التي عثر عليها في ذلك الموقع، دعا مانتيل باكتشافه لحيوان زاحف قديم عملاق أسماه *iguanodon* «الإغواندون» (إشارة إلى تشابه أسنانه مع أسنان الإيغوانا)، وسارع إلى نشر اكتشافه عام 1824م.

خلال الفترة ذاتها، كان وليام بوكلاند William Buckland البروفيسور بجامعة أوكسفورد، منهكما بجمع المتحجرات بمنطقة سونسفيلد الإنجليزية. وخلال جولة له عام 1822م، اكتشف عظم فك وعدة عظام فخذ مخلوق قديم عملاق (اتضح أنه ذاته الذي اكتشفه روبرت بلوت قبل 150 عاماً ولكن دون التعرف عليه).

حدد بوكلاند من هذه العظام بأن هذا الوحش كان ثنائي الأطراف ومن أكلة اللحوم. ومن تركيب العظام أوضح بوكلاند انتقامه لعائلة الزواحف، فأسماه

<sup>\*\*</sup> هو جنس من السحالي يستطيعن المناطق المدارية لأمريكا الوسطى والجنوبية والكارibbean - المترجم.

«مegalosaurus» (معنى السحلية العملاقة) ونشر تقريراً عنه عام 1824م. وبذلين التقريرين المنشورين بدأ اكتشاف عصر الديناصورات.

حقائق طريفة: كلمة ديناصور *Dinosaur* مشتقة من اللغة الإغريقية بمعنى «السحلية المخيفة». وكثيراً ما تسمى الديناصورات بأسماء إغريقية تناسب شخصيتها أو مظهرها، فالفيلوسيرابتور تعني «اللص السريع» والترابيسرتوبس تعني «الرأس ثلاثي القرن». 

## العصور الجليدية

Ice Ages

سنة الاكتشاف 1837 م

ما هذا الاكتشاف؟ يتضمن ماضي الأرض فترات من مناخ مختلف جدرياً -  
العصور الجليدية -قياساً بالحاضر الطفيف التغير مناخياً

من المكتشف؟ لويس أغاسيز Louis Agassiz

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لقد كانت تلك فكرة ثورية: ليس مناخ الأرض هو ذاته على الدوام. فقد افترض جميع العلماء والآلاف السنين بأن مناخ الأرض ثابت دون تغير على مر الأزمنة، إلى أن جاء لويس أغاسيز بالدليل على تغطية جميع أوروبا بأهمار جليدية يوماً ما. فمناخ الأرض لم يكن كما هو عليه الآن. بهذا الاكتشاف أوجد أغاسيز مفهوم الأرض الأبدية التغير.

كشف هذا الاكتشاف النقاب عن عدد من الألغاز البيولوجية التي حيرت العلماء لقرون من الزمن. كما ويعتبر أغاسيز أول عالم يسجل بيانات ميدانية دقيقة وواسعة النطاق لدعم وإرساء نظرية جديدة. لقد ساهم عمل أغاسيز بالكثير لافتتاح حقل الجيولوجيا ولبلورة نظرتنا الحديثة عن تاريخ كوكبنا الأم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما عد لويس أغاسيز Louis Agassiz نفسه جيولوجيًّا ميدانياً أكثر من كونه أستاذًا جامعياً. فخلال أسابيع من جولات التسكمية في جبال الألب بموطنه سويسرا بأواخر عام 1820م، لاحظ أغاسيز العديد من الظواهر الفيزيائية حول المظاهر الخارجية للأهمار الجليدية في وديان سويسرا. فبداية، كانت الأهمار الجليدية تشق مسيراًها على الخدار الوديان التي كانت على شكل حرف U - بوجود قيعان مسطحة للوديان. أما وديان الأهمار الغير الجليدية فكانت دائماً على شكل حرف V. فظن للوهلة الأولى بأن الأهمار الجليدية قد تكونت بشكل طبيعي في هذه الوديان، ثم ما لبث أن أدرك بأن الأهمار الجليدية هي التي نحت الوديان وأكسبتها شكلها المميز.

لاحظ أغاسيز بعد ذلك تحفقات أفقية وخدشات في الجدران الصخرية لوديان الأهار الجليدية هذه - عادة على مسافة ميل أو أكثر أمام النهر الجليدي نفسه. ثم فهم أخيراً بأن العديد من هذه الوديان قد أبرزت جلاميد وأعمدة صخرية عظيمة في أسفلها بحيث لا يُعرف عن أيّة قوة أو عملية ترسّبها إليها.

بعدها بفترة وجيزة، أدرك أغاسيز بأن ما يدرس من آثار جليدية جبلية لا بد أن كانت أكبر وأطول بكثير في الماضي السحيق، وبأنها حفرت الوديان وحملت الصخور التي خدشت جدران الوديان الصخرية ورسّبت جلاميد عملاقة في قيعانها.

في أوائل أعوام 1830م، ساح أغاسيز إنجلترا والمناطق الأوروبية الشمالية الواطئة. وهناك أيضاً وجد ودياناً على شكل حرف U كما وجد تحفقات أفقية وخدشات في الجدران الصخرية للوديان مع وجود جلاميد عملاقة جائحة بشكل مريب عند أسفلها.

بدا كل شيء كالعلامات الفارقة للأهار الجليدية التي درسها في موطنها الأصلي سويسرا، ولكنه لم يعثر على أيّ أثر لأهار جليدية على بعد مئات الأميال وبكافأة الاتجاهات. في عام 1835م، توصل إلى حقيقة يستحق عليها كل احترام وتقدير، ألا وهي أن أوروبا كانت مغطاة بأهار جليدية عملاقة في فترة ما من تاريخها الغابر. فماضي القارة مختلف بشكل جذري عن حاضره، كما هو الماخ مختلف أيضاً من زمن آخر.

ولفرض الإبداء بهذه الفكرة الثورية، كان حرياً به إثباتها أولاً. فقضى أغاسيز وبمساعدة من المساعدين المأجورين سنتين من البحث عن الأهار الجليدية في جبال الألب موثقين ما يعثرون عليه من علامات تحكي قصص الأهار الجليدية القديمة التي غطّت قارة أوروبا يوماً ما.

نزل اكتشاف غلاسيز كالصاعقة على الوسط الجيولوجي في العالم أجمع، وذلك عند نشره لها عام 1837م. لم يسبق لأي باحث سابق أن جمع كل هذا الكم الهائل والمفصل من البيانات الميدانية لتدعيم نظرية جديدة. ونظرًا ل النوعية بياناته الميدانية، قُبِلت نتائج غلاسيز فور إعلانها - رغم أنها غيرت جذريًا في جميع النظريات التي تواجهت آنذاك حول ماضي كوكب الأرض.

رسم أغاسيز لوحة حية للعصور الجليدية وأثبت وجودها التاريفي. ولكن يعزى للفيزيائي اليوغسلافي ميلوتين ميلانكوفيتش Milutin Milankovich شرح سبب حدوثها، وذلك عام 1920م. فقد أظهر بأن مدار الأرض ليس بالدائري ولا يبقى على شاكته بتعاقب السنين والقرون، بل أثبت بأنه يتذبذب بين كونه أكثر تطاولاً وأكثر

استدارة بدورة عمرها 40000 سنة. فعندما أنساق الأرض مع مداراته إلى موقع أبعد بقليل عن الشمس في الشتاء، حدثت العصور الجليدية. وقد أكد علماء الناسا هذه النظرية ببحث أجروه مؤخراً بين عامي 2003 و2005م.

**حقائق طريفة:** خلال العصر الجليدي الأخير، امتدَّ هرُّ أمريكا الشمالية الجليدي جنوباً نحو ما تقع فيه مدينة سانت لويس حالياً وكان أسمك من ميل في مينيسوتا وداكتوناس. تزاحمت كميات هائلة من الجليد في هذه الأهمار الجليدية الواسعة مما جعل مستوى سطح البحر أدنى بحوالي 500 قدم مما هو عليه اليوم.



---

\* خلال العصور الجليدية، كانت شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى بمنطقة الرياح الغربية المطرة التي هبَّ الآن على غرب أوروبا، فكانت عبارة عن مراح خضراء ملئها الأهمار والوديان الخصبة - المترجم.

## السعرات (وحدات الطاقة)

Calories (Units of Energy)

سنة الاكتشاف 1843 م

ما هذا الاكتشاف؟ تعتبر جميع أشكال الطاقة والشغل الميكانيكي مكافحة  
وعكن تحويلها من نوع آخر  
من المكتشف؟ جيمس جول James Joule

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من المعروف لنا الآن إمكانية تحويل الشغل الميكانيكي والكهرباء والزخم والحرارة والقوة المغناطيسية... الخ بعضها البعض، رغم وجود حالة فقدان في العملية. وقد أفادتنا هذه المعرفة بشكل هائل في تطوير صناعتنا وتقنياتنا المعاصرة. لكن لم تطرأ هذه الفكرة على بال أحد حتى قبل 200 عام فقط.

اكتشف جيمس جول بأن كل نوع من الطاقة يمكن تحويله إلى كمية مكافحة من الحرارة. وبهذا يُعد أول عالم يأخذ بمقاييس المفهوم العام للطاقة والكيفية التي تتکافأ بها مختلف صورها. كما وُيعد اكتشاف جول الركيزة الأساسية لقانون حفظ الطاقة (الذي اكتشف بعد 40 عاماً) وكذلك لتطوير حقل ديناميكا الحرارة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

مولوداً عشيّة عيد الميلاد عام 1818م، نشأ جيمس جول James Joule وسط عائلة ميسورة الحال بمدينة لانكاشاير الإنجليزية. تلقى تحصيله العلمي من مدرسين خصوصيين، وبعمر العشرين بدأ بالعمل في مصنع غفر العائلة.

أول مهمة فرضها جول على نفسه كانت في إمكانية تحويل مصنع الغمر من نوعه البخاري إلى النوع الكهربائي الأكثر حداثة آنذاك. فدرس المكائن ومصادر الطاقة، كما درس تيارات الطاقة الكهربائية ورافقه ملاحظة تسخن الأسلاك الكهربائية لدى مرور التيار من خلالها. فأدرك بأن بعض من الطاقة الكهربائية كان يتتحول إلى حرارة.

شعر جول بأهمية حساب مقدار الطاقة الكهربائية الصائعة تلك، فبدأ بتجارب عن كيفية تحول الطاقة من كهربائية إلى حرارية. وعادة ما كان يحرق نظم الأمان لنفسه وللآخرين أثناء

إجراء تجاري، فكثيراً ما كانت الخادمة المسكينة تفقد وعيها جراء الصدمات الكهربائية التي كانت تتلقاها من سيدتها الذي لم يفلح قط في تحويل مصنع الخمر إلى النوع الكهربائي، إلا أن هذه التجارب لفتت انتباها إلى مسألة أخرى - تحويل الطاقة من نوع لآخر.

كان جول تقرياً شديداً التدين، فآمن بوجود اتحاد جميع قوى الطبيعة وبأن الحرارة هي الصيغة النهائية والطبيعية لحساب تكافؤ مختلف أنواع الطاقة.

قلب جول اهتمامه إلى دراسة تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية. ففي الحياة الطبيعية لا بد من الجسم المتحرك (الذي يمتلك طاقة الزخم الميكانيكية) أن يتوقف في نهاية المسار. إذن، ما الذي حدث لطاقته؟ فأجرى سلسلة من الاختبارات على الماء لقياس تحويل الحركة الميكانيكية إلى حرارة.

ذاع صيت اثنين من تجارب جول تلك. ففي أولاهما قام بغمض اسطوانة نحاسية ملؤة بالهواء بحضور فيه ماء ثم قاس حرارة الماء. بعدها قام بضم الهواء إلى داخل الاطسطوانة حتى وصول الضغط إلى 22 جول. حسب قانون الغاز فإن الشغل الميكانيكي اللازم لإحداث هذه الزيادة في ضغط الهواء لابد أن يصدر حرارة، ولكن هل كان ذلك ليحدث فعلاً؟ قاس جول زيادة قدرها 0,285 درجة فهرنهايت في حرارة للماء. نعم، لقد تحولت الطاقة الميكانيكية إلى حرارية.

وفي التجربة الأخرى، قام جول بربط مجاذيف على عمود شاقولي أنزله إلى حوض فيه ماء. ثم أسقط عدداً من الأجسام داخل الحوض مسببة تدوير المجاذيف في الماء. من المفترض أن يتحول هذا الجهد الميكانيكي جزئياً إلى حرارة. فهل حصل ذلك فعلاً؟

لم تكن النتائج مرضية لحين استعمال جول للرئيق السائل بدل الماء. وباعتبار الأخير سائلاً أثقل، ثبت جول بسهولة أن الجهد الميكانيكي يتحول إلى حرارة بنسبة ثابتة. فقد سخن السائل بمجرد تحريكه.

أدرك جول أن بالإمكان تحويل جميع أشكال الطاقة إلى كميات متكافئة من الحرارة. فنشر نتائجه هذه عام 1843م متضمناً فيها وحدات قياسية للطاقة الحرارية لغرض حساب المقادير المكافئة تلك. ومنذ ذلك اليوم وعلماء الفيزياء والكيمياء يستعملون هذه الوحدات في حساباتهم وأسموها joules أو «جولات» - تيمناً باسم هذا العالم الجليل. أما علماء الأحياء، فيفضلون استعمال وحدة بديلة تدعى calorie أو «السورة» - حيث كل سورة واحدة تساوي 4,18 جولاً.

هذا الاكتشاف الذي يقضي بإمكانية تحويل أي نوع من الطاقة إلى كمية متكافئة من الطاقة الحرارية، مهدّ جول طريقاً معبداً للارتفاع بدراسات الطاقة والميكانيكا والتقنيات.



حقائق طريفة: إن السعرات المكتوبة على علب الأغذية هي في الواقع كيلو سعرات، أي وحدات تساوي 1000 سارة. وتعرف السارة بأنها كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة سيلزية واحدة. فلو أحرقت 3,500 سارة خلال ترين عضلي ما، فهذا يعني أنك قد أحرقت وبالتالي فقدت رطلاً واحداً (0,45 كغم). على أية حال، حتى التمارين الأكثر شدة وإرهاقاً نادراً ما تحرق أكثر من 1000 سارة في الساعة.

## حفظ الطاقة

Conservation of Energy

سنة الاكتشاف 1847 م

ما هذا الاكتشاف؟ الطاقة لا تُنْفَى ولا تُسْتَحْدِث. يمكن تحويلها من نوع آخر، ولكن يبقى إجمالي الطاقة ثابتاً دائماً ضمن نظام مغلق  
من المكتشف هيرمان فون هيلمھولتز Hermann von Helmholtz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لا تُضيّع الطاقة أبداً، ويمكن أن تتحول من نوع آخر مع عدم تغير كميّتها الإجمالية. لقد ساعد هذا المبدأ العلماء والمهندسين لصنع نظم الطاقة التي تشغّل أصواتاً غرفتك وأجهزتك المنزلية وسيارتك. إنه يُدعى مبدأ حفظ الطاقة ويُعد واحداً من أهم الاكتشافات في العلوم قاطبة، بل ويطلق عليه المبدأ الأهم والأكثر جوهريةً في الطبيعة جماء. فهو يشكل القانون الأول في ديناميكا الحرارة، وفتح لهم التحول المتبدّل لأنواع الطاقة المختلفة. حقاً عندما حشد هيرمان فون هيلمھولتز جميع تلك الدراسات والمعلومات لاكتشاف هذا المبدأ، فإنه قد غيرَ العلم والهندسة إلى أبد الآبدين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هيرمان فون هيلمھولتز Hermann von Helmholtz في بوتسدام بألمانيا عام 1821م، وتعرّف في كنف عائلة تنهن تجارة الذهب. بعمر السادسة عشرة، حصل على زمالة حكومية لدراسة الطب لقاء عشرة أعوام من الخدمة في الجيش البروسي. كانت دراسته الرسمية الطب في معهد برلين الطبي، إلا أنه كثيراً ما كان يتسلّل إلى جامعة برلين لحضور دروس الكيمياء والفلسفة.

خلال خدمته العسكرية، نال هيلمھولتز تخصيصاً بجيشاً لدى إثباته بأن عمل العضلات يعتمد على مبادئ كيميائية وفيزيائية وليس مشتقاً من «قوّة حيويّة غير معرفة». كان الكثير من الباحثين آنذاك يجدون في مفهوم «القوّة الحيويّة» ملاداً آمناً كلما أعيادهم أمر ما أو تعسر عليهم فهم مشكلة معينة. وكان هذه «القوّة الحيويّة» قادرة على صنع طاقة سرمدية من العدم المطلق.

أراد هيلمهمولتز أن يثبت إمكانية تحليل جميع القوة المستجدة عن العضلات بدراسة تفاعلات فيزيائية (ميكانيكية) وكميائة ضمن العضلات نفسها. لقد هم إذن برفع الحصانة عن نظرية «القوة الحيوية»! وخلال مسعاه ذاك، تكون لديه إيمان راسخ ببدأ حفظ الجهد والطاقة (لا عمل يمكن أن يُنجز من دون أن يأتي من مكان ما أو يُضاع من دون أن يذهب إلى مكان ما).

الآن، درس هيلمهمولتز الرياضيات سعياً منه لإثبات أن جميع الشغل مرده عمليات فيزيائية طبيعية وذلك من خلال إبداء وصف أفضل لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية (الحركة والشغل) وتحويل التغيرات الفيزيائية للعضلات إلى شغل.

استطاع هيلمهمولتز أن يثبت أخيراً بأن الشغل لا يمكن توليه باستمرار من «العدم»، وهذا تمكّن من تشكيل مفهومه عن تحويل الطاقة الحركية. قرر بعدها أن يطبّق مفهوم التحويل هذا على موضع مختلف، فقام بجمع المعلومات العديدة ذات العلاقة والتي سبق أن اكتشفها علماء آخرون - أمثال جيمس جول وبيوليوس ماير وبير لابلاس وأنطوان لافوازيه وآخرون من كان لهم باع طویل في دراسة تحويل أنواع الطاقة بعضها البعض أو تحويل نوع معين منها لأنخر (كانزخم مثلاً).

عزز هيلمهمولتز هذه الدراسات بتجاربه الخاصة من خلال إظهاره المرة تلو الأخرى بأن الطاقة لا تضيع أبداً. يمكن أن تحول إلى حرارة أو صوت أو ضوء ولكنها تبقى في الوجود ويمكن الاهتداء إليها وحسابها.

أدرك هيلمهمولتز عام 1847م بأن عمله هذا قد أثبتت النظرية العامة لحفظ الطاقة والتي تفيد بأن كمية الطاقة في الكون (أو ضمن أي نظام مغلق) تبقى ثابتة دوماً. يمكنها التحول طبعاً بين أنواع مختلفة (كهرباء، مغناطيسية، طاقة كيميائية، طاقة حركية، ضوء، حرارة، صوت، طاقة كامنة، أو زخم)، ولكنها لا تُفنى ولا تستحدث.

لقد جاء التحدي الأكبر لنظرية هيلمهمولتز من علماء الفلك الدارسين للشمس. فلو كانت الشمس لا (تستحدث) الطاقة الضوئية والحرارية، فمن أين لها بكل هذه الكميات الهائلة من الإشعاعات التي تبها؟ لا يعقل أنها تحرق مادتها الأصلية ذاكما كما هو الحال في اليران الاعتيادية. أما علماء اليوم فقد أظهروا بأن الشمس ستسهل ذلك نفسها في غضون 20 مليون سنة لو أحرقت كلّتها حقاً في توليد الضوء والحرارة.

لقد لزم هيلمehولتز حس سنوات ليكتشف بأن الجواب يكمن في الجاذبية. فالشمس تكمش على ذاتها بشكل بطيء، في حين تحول قوة الجاذبية إلى ضوء وحرارة، فعاش جوابه هذا ثمانين عاماً حين اكتشف الطاقة التووية. الأهم من كل هذا أن المفهوم الأساسي لحفظ الطاقة قد اكتشف واعتمد\*.

حقائق طريفة، مبدأ حفظ الطاقة إضافة لمفهوم الانفجار الكبير يخبرنا بأن جميع ما وُجد وسيتوارد من الطاقة في أي مكان من الكون كان متواجداً لدى حدوث الانفجار الكبير. فجميع ما يحترق من نار وينتفت من حرارة على متن أي نجم أو في باطن أي بر كان كان، وكذلك جميع الطاقة المضمنة في حركة أي كوكب أو مذنب أو نجم كان - قد تحرر لدى اندلاع الانفجار الكبير. لا بد أن يكون ذلك انفجاراً جباراً!



---

\* غُرف عن هيلمehولتز اختراعه لنظار العين ophthalmoscope عام 1851م. قال عنه آينشتاين: «أنا معجب بالعقل المبدع الطليق هيلمehولتز» - المترجم.

## تأثير (ظاهره) دوبлер

Doppler Effect

سنة الاكتشاف 1848م

ما هي الاكتشاف؟ تردد أو نقل ترددات الصوت - والضوء - اعتماداً على حركة المصدر بالاتجاه أو بعيداً عن المراقب  
من المكتشف؟ كريستيان دوبлер Christian Doppler

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر تأثير (ظاهره) دوبлер من أقوى وأهم المفاهيم المكتشفة في علم الفلك على الإطلاق. فقد ساهم للعلماء بقياس سرعة الاتجاه حرقة نجوم و مجرات تبعدنا بعشرات ملايين سنة من السنوات الضوئية، كما فك طلاسم المجرات والنجموم شديدة البعد وقد إلى اكتشاف المادة المعتمة وكذلك العمر والحركة الحقيقيين للكون. استعمل هذا المبدأ كمادة دسمة للعديد من البحوث في الكثير من الحقول العلمية وبشكل قلما نافسه فيه أي مبدأ آخر. نظراً لأهمية اكتشاف دوبлер، فإنه يدرس اليوم ضمن جميع المباحث العلمية للصفوف المتوسطة والإعدادية في العالم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان الرجل النمساوي المولد المدعى كريستيان دوبлер Christian Doppler مثالاً لعلم الرياضيات المكافحة - وذلك لسبعين اثنين. أرهما أنه كان قاسياً جداً على طلابه ما أثار سخط أولياء أمورهم ومدرائه في العمل على حد سواء، وثانياً لأنه أراد فهماً كاملاً لكل ما كان يعلمه من مفاهيم رياضية وهندسية. فتبذبذب بين العمل في التدريس وبطاناته خلال أعوام 1820 و1830م عندما كان في العشرينات والثلاثينيات من عمره. ولكن كان دوبлер محظوظاً حقاً لدى اختياره لشغل منصب تدريسي شاغر معهد فيينا للتقنيات المتعددة عام 1838م.

بأواخر العقد الثالث من القرن التاسع عشر، كانت القطارات القادرة على تجاوز سرعة 30 ميلاً/ساعة قد بدأت تتوجّل إلى عمق الريف النمساوي. كانت هذه القطارات تطلق ظاهرة صوتية لم يعهدوا الناس من قبل، كما ولم يعهدوا الانتقال بأسرع من هرولة

المحضان. فقد سمحت هذه القطارات للناس ملاحظة تأثير حركة جسم ما على الأصوات الصادرة منه.

كان دوبلر يراقب عبور القطارات في سره وبدأ بتحليل سبب هذه التحولات الصوتية التي يسمعها. وفي عام 1843م، وسع من نطاق تفكيره ليضم من موجات الضوء أيضاً تحت نظرية عامة مفادها أن حركة الجسم تزيد أو تقلل تردد الصوت والضوء الصادر عنه بالنسبة لمراقب ساكن، ودعا بأن هذا التحول هو السبب وراء الصبغة الحمراء والزرقاء للضوء الصادر عن النجوم التوأمية البعيدة (التوأم الذي يدور بالاتجاه الأرض سيصدر ضوءاً أعلى ترددًا - يزاح بالاتجاه الأزرق. أما التوأم الآخر الذي يدور بعيداً، فإنه سيصدر ضوءاً أقل ترددًا - يزاح بالاتجاه الأحمر).

في تقرير رفعه إلى الجمع العلمي البويهي \* عام 1844م، قدم دوبلر نظريته القائلة بأن حركة الأجسام المتحركة بالاتجاه المراقب تضغط الموجات الصوتية والضوئية بشكل تبدو فيه مترابطة نحو نغمة صوتية أرفع وتتردد لوين أعلى (الأزرق) على التوالي، والعكس يحدث عند حركته بعيداً عن المراقب (نغمة صوتية أدنى وتتردد لوين أقل - نحو الأحمر). دعا كذلك إلى أن نظريته تفسر الصبغة الزرقاء والحمراء التي عادة ما تلاحظ على الضوء الصادر عن النجوم البعيدة. وبينما كان صائباً في دعوه الأخيرة من المفهوم التقني فقط، إلا أن هذا الانزياح كان من الصغر بحيث لا تستوعب أجهزة زمانه تقصيه.

وجد دوبلر نفسه في موقف التحدي لإثبات نظريته. فلم يسعه الضوء نظراً لبدائية قابلية التلسكوبات وأجهزة الحساب في هذا المجال. فقرر على إثرها توضيح نظريته معتمداً على الصوت.

في تجربته الشهيرة عام 1845م، وضع فرقة من الموسيقيين في قطار وطلب منهم العزف على النغمة ذاتها بأبواقهم، بينما وقفت فرقة أخرى من الموسيقيين الضليعين بدراسة طبقات الصوت على رصيف المحطة مهمتهم تسجيل النغمة التي يسمعونها لدى اقتراب القطار ومن ثم ابعادها عنهم. وكان ما أجمعوا عليه كتابات جميع الموسيقيين المستمعين: نغمة أعلى بقليل ثم أدنى بقليل مما عزف عليه زملائهم المتحركون في القطار.

---

\* نسبة إلى مملكة بوهيميا (جمهورية التشيك حالياً)، حيث كانت جزءاً من إمبراطورية النمسا حينذاك - المترجم.

أعاد دوبлер تجربته مستعيناً هذه المرة بمجموعة ثانية من عازفي الأبواق على رصيف المحطة، وطلب منهم عزف ذات النغمة التي يعزف عليها عازفو القطار. ولدى مرور القطار باللحظة، كان واضحًا للمستمعين اختلاف النغمات. فقد بدا للجميع تعارض النغمات المتحركة والثابتة مع بعضها البعض مشكلاً توجهاً نبضياً.

يأتياته لوجود هذه الظاهرة، وضع دوبлер اسمه عليها - ولكنه لم يحظَ قط بالشهرة التي ابتعاه في حياته. فتوفي عام 1853م في وقت كان فيه المجتمع العلمي ببداييات اعتقاده لهذا الاكتشاف وبالتالي امتصاص فوائده واستثماراته الجليلة.

حقائق طريفة، تم الاعتماد على انزيادات دوبлер لإثبات ظاهرة تعدد الكون. يمكن تشبيه ظاهرة تعدد الكون برغيف من خبر السمسن قبل وضعه في الفرن، فحبات السمسن هنا ساكنة بالنسبة لبعضها البعض ضمن العجينة. ولكن عند البدء بتخزين العجينة فإن الخبز المتكون يبدأ بالتتوسيع، فتضداد المسافة بين حبات السمسن على سطحه بالتدرج. فلو كانت حبات السمسن أعين ترى بها، لشاهدت أن جميع قريناها تبتعد عنها رغم أنها بدت ساكنة ضمن الرغيف. فالعجبية (الكون الخاص بها) هي وحدتها التي تتسع.



## النظرية الجرثومية

### Germ Theory

سنة الاكتشاف 1856م

ما هي هذه الاكتشاف؟ توجد كائنات دقيقة تعلو رؤيتها والإحساس بها في كل مكان حولنا وتسبب الرضى وتعفن الطعام

من المكتشف؟ لويس باستير Louis Pasteur

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في زمن كانت منتجات الألبان فيه تحمض وتفسد في غضون أيام قلائل، واللحم يتعفن في فترة قصيرة، اعتاد الناس أن يشربوا حليب الماعز والبقر طازجاً دوماً. فكان على المستهلك أن يعيش قرب حيوانه الحلوبي، طالما أن الحليب كان يفسد يوم أو اثنين.

ثم أثبتت لويس باستير بأن هناك كائنات مجهرية دقيقة تسبح في كل مكان حولنا وبعيداً عن مداركنا الحسية. لقد كانت هذه الكائنات الدقيقة سبباً وراء تحول الطعام إلى مجرد نفاية محملة بالأمراض وعديمة، بل كانت ذاكراً التي تخترق جسم الإنسان خلال الجروح والعمليات لتسبب له المرض والعدوى. اكتشف باستير عالم الأحياء المجهرية وجاء بالنظريّة القائلة بتسبيب الجراثيم للأمراض، كما وقدم الحل أيضاً باختراعه لعملية البسترة - وهي عملية بسيطة لإزالة هذه الكائنات من الأطعمة السائلة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في خريف عام 1865م، كان لويس باستير Louis Pasteur في الثامنة والثلاثين من عمره وفي رابع سنة له كمدير للشؤون العلمية في إيكول نورمي، الصرح العلمي المشهور بباريس. لقد كان ذاك منصباً إدارياً مرموقاً، إلا أن رغبة باستير الحقيقية كانت على البحث الميداني الكيميائي وهذا ما أثار امتعاضه.

آمن العديد من العلماء بأن الكائنات الدقيقة لا تتناضل بل تتوالد ذاتياً من الجزيئات المتحللة للمادة العضوية ففسد الحليب وتعفن اللحم. فها هو فيليكس بوشيه Felix Pouchet، المتحدث الرئيسي لهذه المجموعة، قد نشر لتوه مقالاً يدعو فيه إلى القبول بهذه الفكرة.

أما باستير فاعتبر مقالة بوشيه مجرد قطعة نهاية لا خير فيها. إذ أن اكتشافه السابق بأن الكائنات الحية المجهرية (أو الخمائير كما أصلح على البكتيريا آنذاك) موجودة دائمًا خلال - و بالتالي بدت السبب في - عملية تخرّب البيد، جعله يتوقع لهذه الكائنات المجهرية أن تعيش في الهواء لتسقط ببساطة على الطعام والأحياء الأخرى، فتتكاثر بسرعة فقط عند عثورها على مادة متحللة تتغذى عليها.

كان هناك سؤالان اثنان في محور الجدل. أولهما، هل توجد الميكروبات الحية فعلًا في الهواء؟ ثانيهما، هل يمكن للميكروبات أن تنمو تلقائياً (في محيط معقم خالٍ أصلًا من الميكروبات)؟

قام باستير بتسخين أنبوب زجاجي بغرض تعقيم الهواء الموجود فيه، ثم خسم الهاوية المفتوحة للأنبوب بقطن البارود واستعان بمضخة مفرغة لسحب الهواء من خلال مرشح القطن إلى داخل الأنابيب الزجاجي المعقم ذاك.

اقتبع باستير بأن أية ميكروبات في الهواء لا بد أن تجتمع على السطح الخارجي للمرشح القطبي أثناء امتصاص الهواء من خلاله. وهكذا فإن غلو البكتيريا على المرشح سيثبت بأن الميكروبات موجودة بشكل حر في الهواء، بينما ثوّوها داخل الأنابيب المعقمة سيثبت عملية التوليد الذائي.

بعد 24 ساعة، تحوّل السطح الخارجي للقطن إلى لون بني عكر جراء غلو البكتيريا، بينما بقيت الأنابيب صافية من الداخل. لقد أجيب السؤال رقم واحد. نعم، توجد الكائنات المجهرية في الهواء وتتكاثر حال تجمعها (كما حصل على القطن المستعمل في التجربة).

و الآن حان دور السؤال رقم اثنين. كان على باستير مهمّة إثبات أن البكتيريا الدقيقة لا تتوالد ذاتيًّا.

حضر باستير سبيكة غية بالطعام (كوجبة شهية للبكتيريا الجائعة) في كوب مختبري كبير ذو عنق زجاجي مائل طويل. فسخن الدورق لحد غليان السبيكة وتوهج الزجاج بغرض قتل أي بكتيريا موجودة أصلًا على السبيكة أو في الهواء المخصوص داخل الكوب، ثم أغلق فوهة هذا الكوب المعقم بسرعة. الآن، أي غلو بكتيري لا بد أن يكون سببه التوالد الذائي. وأخيرًا، وضع الكوب في فرن صغير كان يستعمله لتسريع غلو الاستراغات البكتيرية.

بعد أربع وعشرين ساعة، تحقق باستير من كوبه، فوجده نظيفاً تماماً. ثم كرر مراقبته يومياً ولمدة ثانية أساساً دون أن يلاحظ أي نمو بكتيري كان. فالبكتيريا إذن لا تتواجد ذاتياً. كسر باستير عن الدورق مما سمح بدخول الهواء الخارجي الغير المعقم إليه. فلم تنقض سوى سبع ساعات ليلاحظ تكون تكتلات صغيرة من النمو البكتيري، لتسع بعد ذلك إلى أن غطت سطح السبيكة كاملاً ضمن 24 ساعة.

كان بوشيه مخطئنا في دعواه. في بدون التصاق البكتيريا الأصلية العالقة في الهواء بالسادة الغذائية، لا نمو يُذكر أبداً للبكتيريا، فهي لا تتواجد ذاتياً.

نشر باستير اكتشافاته منتسباً بروح الانتصار. والأهم من ذلك، تخض عن اكتشافه النفيسي فرع جديد واسع من الدراسة يدعى علم الأحياء الجهرية.

حقائق طريفة؛ القطن المترلي يحمل قرابة 320 مليون جرثوم مرضي.



## نظريّة التطوريَّة\*

The Theory of Evolution

سنة الاكتشاف 1858 م

ما هي هذه الاكتشاف؟ تطوري الأنواع على مر الزمان للحصول على أفضل استفادة  
من بيئتها الخريطة، فتحظى أصلح الأنواع ببيئتها بأفضل فرص العيش والبقاء  
من المكتشف؟ تشارلز داروين Charles Darwin

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر نظرية داروين في التطور ومفهومها عن البقاء للأصلح الاكتشاف الجوهرى والأهم في علم الأحياء والبيئة الحديثين. يبلغ عمر اكتشافات داروين 150 عاماً وهي ما زالت تشكّل أساسيات فهم العلماء بتاريخ وتطور الحياة النباتية والحيوانية.

لقد ردت نظرية داروين على عدد لا يحصى من الألغاز التي حيرت علماء الأنثروبولوجيا والإحاثة، وفسّرت الانتشار الواسع والتصميم المميز للأنواع والأنواع الثانوية على سطح الأرض. في حين أثارت هذه النظرية الكثير من نعرات الاختلاف والمعارضة، إلا أنها لاقت في صفتها جبالاً من البيانات العلمية الدقيقة التي أثبتتها ودعمتها على مر الـ150 سنة الفائنة. كانت كتبه الأكثر مبيعاً على أيامه ولا تزال تحظى بشريحة واسعة من قراء اليوم.

\* رغم اعتراف الفاتيكان بنظرية التطور مؤخراً، إلا أن هذه النظرية لا تزال تعتبر من أكثر النظريات إثارة للجدل. جاء اعتراف الفاتيكان على لسان رئيس المجلس البابوي للثقافة، المونسنيور جيان فرانكوا رافاسي، يوم 9/9/2008 وذلك في سياق الإعلان عن عزم الفاتيكان على عقد مؤتمر بمناسبة الاحتفال بالذكرى الـ150 لنظرية داروين في روما بشهر آذار/مارس من عام 2009م. وقال رافاسي إن «نظرية التطور لا تتعارض مع تعاليم الكنيسة الكاثوليكية ولا مع رسالة الانجيل واللاهوت، وهي في الحقيقة لم تكن موضع إدانة يوماً». لكن قال رافاسي أن الفاتيكان لا ينوي الاعتذار عن الآراء السلبية السابقة، مضيفاً بقوله «ربما يتعين علينا التخلّي عن فكرة تقديم الاعتذارات وكان التاريخ محكمة منعقدة إلى الأبد» وأكّد أن نظريات داروين لم «تعرض لإدانة الكنيسة الكاثوليكية ولم يغطر كتابه قط»- المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

دخل تشارلز داروين Charles Darwin جامعة كامبردج في 1827م ليصبح كاهناً، لكنه تحول إلى دراسة الجيولوجيا وعلم البات. تخرج عام 1831م، وبعمر الثانية والعشرين حظي بمكان على متن سفينة اش اس بيغل HMS Beagle التي أبحرت من إنجلترا إلى أمريكا الجنوبية والباسيفيك، وذلك بوصفه عالم طبيعة.

تمددت رحلة البيغل من ثلاثة سنوات لخمس. فتعجب داروين طوال حياته بذلك الكم اللامتناهي من الأنواع الحياتية التي شاهدها في كل مكان حطت عليه السفينة رحالها. ولكن يعود الفضل الرئيس في تفقن أفكار داروين على نظريته الجديدة إلى تدید وقوفهم بجزر غالاباغوس بالخيط المادي.

في أول جزيرة من سلسلة الجزر التي زارها داروين (جزيرة تشاثام)، وجد داروين نوعين مختلفين من السلاحف - واحد طويل العنق يقتات على أوراق الأشجار، وآخر قصير العنق يقتات على أعشاب الأرض. كما وجد أربعة أنواع جديدة من عصافير الحسون (وهي طيور صغيرة صفراء واسعة التواجد في أغلب مناطق أوروبا). ولكن كانت هذه العصافير مناقير مختلفة الشكل عن بنات عمومتها في أوروبا.

وصلت البيغل ثالث جزر غالاباغوس (جزيرة جيمس) وذلك في تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1835م. هنا، على خط الاستواء، لا فرق يُذكر بين يوم لثان وفصل لآخر.

و كعادته كل يوم على الساحل، رفع داروين حقيبة ظهره الملوءة بأوعية غاذج البحث مع دفتر ملاحظاته الصغير وشاكه ومصائد، منطلقًا نحو المشهد المريح للحقول المتلوية من الحمم السوداء المسحوقه والتي نُفتَّت على شكل موجات متعرجة عملاقة. فاعتبرت طريقة تشققات صخرية عميقة فاغرة تُصدر صفيرًا مزعجاً وأخنثة صفراء كثيفة. كانت الحمم مكسوّة بفتات خشب قصيرة وسوداء من لفحات الشمس الملتهبة، فبدت أقرب إلى الموت منها للحياة.

وسط هذا المشهد المريح، عشر داروين على بستان أشجار تغنى عليها الطيور. هناك جاءه العجب، إذ وجد النوع الثالث عشر والرابع عشر من عصافير الحسون، عصافير أطول وأكثر استدارة قياساً بكل ما وقعت عليه عيناه من نظيراتها في الجزر الأخرى. والأهم من كل هذا، أنها كانت تقتات على ثمار التوت الحمراء الصغيرة.

في أي مكان آخر على وجه البسيطة، تأكل عصافير الحسون الحبوب إلا في هذه الجزيرة، فالبعض منها يأكل الحبوب، وبعض آخر الحشرات، وبعض ثالث ثمار التوت! والأدهى من ذلك، أن لكل نوع من هذه العصافير مقاراً مصمماً تماماً جمع ما يفضله من الطعام.

بدأ الشك يتوجّل في نفس داروين حول التعاليم الكنسية التي تقضي بأن الله خلق كل نوع من الكائنات الحية على الهيئة التي يتواجد عليها ودون أن يتغير. فقد استنتج بأن نوعاً ما من العصافير قد وصل في قديم الزمان إلى جزر غالاباغوس من أمريكا الجنوبيّة، ثم تفرّقت أفراده بين مختلف الجزر، فتكيفت (تطورت) لعيش أفضل في محیطها الخاص وحسب مصادر غذائها المعينة. نشر داروين ملاحظاته هذه في كتابه *A Naturalist's Voyage on the Beagle* أو «رحلة عالم طبيعة على متن البيغل».

لدى عودته إلى بلاده إنجلترا، قرأ داروين مجموعة من مقالات عالم الاقتصاد توماس مالتوس Thomas Malthus والتي أوضح فيها ما كان يحدث للمجتمعات البشرية عند عجزها عن إنتاج ما يكفيها من الطعام، فالشرائح الأضعف كانت تموت جوعاً ومرضاً أو جراء التزاعات، الأقوىاء منهم فقط كانوا يعيشون. آمن داروين بانطباق هذا المفهوم على عالم الحيوان كذلك (البقاء للأصلح).

مزج داروين هذه الفكرة مع تجاربه وملاحظاته على متن سفينة البيغل ليستنتاج بأن جميع الأنواع الحياتية قد تطورت سعياً لضمان أفضل للعيش، وأسماء الانتخاب الطبيعي.

نظراً لكونه رجلاً خجولاً وأنطوائياً، عانى داروين عذاباً أليماً بداخله ولسنوات طوال حيال الكشف عن نظرياته للرأي العام، إلى أن أقنعه علماء طبيعة آخرون لتأليف ونشر كتابه الأشهر *Origin of Species* أو «أصل الأنواع». بهذا الكتاب، أصبحت اكتشافات داروين ونظريته عن التطور نبراساً للعلوم البيولوجية.

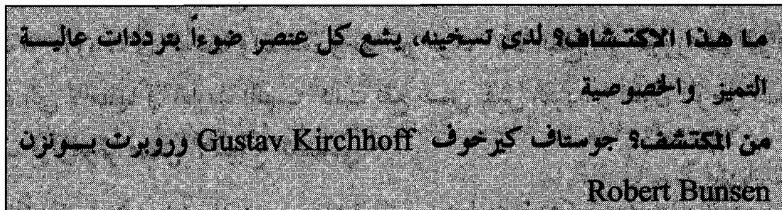
حقائق طريفة، تعتبر الوطاويط، بقابليتها فوق الصوتية على تحديد الصدى، الأكثر تطوراً في حاسة السمع من بين جميع الحيوانات البرية. فيها تستطيع أن تقصي حشرات بحجم البعوض وأشياء بصغر شعر الإنسان.



## التوأقيع الضوئية الذرية

### Atomic Light Signatures

سنة الاكتشاف 1859 م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف عشرون عنصراً (بدءاً بالسيزيوم عام 1860م) باستعمال تقنية تحليل كيميائي واحدة. وهي التقنية ذاتها التي مكّنت علماء الفلك من تحديد التركيب الكيميائي لنجمون تبعدنا بعشرات السنين الضوئية. كما سمح لعلماء الفيزياء بفهم التيران الذري للشمس والتي بوجها تولد الحرارة والضوء، ومكّنت علماء فلك آخرين من حساب دقيق لسرعة وحركة النجوم وال مجرات بعيدة.

ما هذه التقنية إلا تحليل التصوير الطيفي، اكتشاف كيرخوف وبونزن، والتي تحلل الضوء المنبعث عن المواد الكيميائية المحرقة أو من نجم في أقصى الكون. فقد اكتشفا بأن كل عنصر يشع ضوءاً بتردداته الخاصة به فقط. وقد أمدَّ التصوير الطيفي بأول برهان على وجود العناصر الموجودة على الأرض في الأجرام الأخرى أيضاً - فالارض ليست فريدة كيميائياً في الكون. كما و تستعمل تقنيتهما بشكل روتيني من قبل العلماء في كل حقول العلم تقريباً من بيولوجية وفيزيائية وأرضية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

شهد عام 1814م اكتشاف الفلكي الألماني جوزيف فراونهوفر Joseph Fraunhofer شهد عام 1814م اكتشاف الفلكي الألماني جوزيف فراونهوفر JosephFraunhofer بأن طاقة الشمس لا تشع بشكل متساوٍ في جميع الترددات للطيف الضوئي، بل تتكتّف في بروزات طافية عند ترددات خاصة. وجد البعض متعة في هذا الاكتشاف، بينما لم يعره أحد آية أهمية، فبقيت الفكرة في سبات دام 40 عاماً.

كان جوستاف كيرخوف Gustav Kirchhoff (المولود في عام 1824م) فيزيائياً بولندياً مفعماً بالحيوية والحماس لا يتجاوز طوله خمسة أقدام. خلال منتصف العقد الخامس من القرن التاسع عشر، رُكِّزَ كيرخوف تجاريًّا على التيارات الكهربائية بجامعة بيرسلو. وأناء عمله في مشروع خارج اختصاصه مع بروفيسور آخر عام 1858م، لاحظ خطوطاً براقة في الطيف الضوئي الناتج عن اللهب، فتذكَّر قراءته لحدث مماثل في مقالات فراوهوفر. وزيادة في البحث والمتابعة، وجد كيرخوف بأن البقع (أو البروزات) البراقа في الضوء التي لاحظها في تجارب اللهب كانت تقع ضمن نفس التردد والطول الموجي الذين قاسهما فراوهوفر ضمن الإشعاع الشمسي.

فُكِّرَ كيرخوف مليًّا بالغزى من هذا التطابق وخطَّرت له فكرة تدل على نفاد بصيرته: ماذا لو استخدم موشوراً لفصل أية حزمة ضوئية يريد دراستها إلى الأجزاء المكونة لها (بدل عناه التصدق إليها من خلال سلسلة من المرشحات الزجاجية الملونة كما راج بين علماء زمانه)!؟! آمن كيرخوف بأن هذا سيمكِّنه من العثور على بروزات في الإشعاع الصادر عن أي غاز محترق.

على أية حال، لم تنجح الخطة على النحو المأمول. فاللهب الذي استعمله لتسخين غازاته كان شديد التوهج وتعارض مع ملاحظاته.

دعونا الآن ننتقل إلى روبرت بونزن Robert Bunsen، الكيميائي الألماني المولد. ففي عام 1858م كان هذا الرجل البالغ من العمر 47 عاماً في خضم تطويره للكيمياء الضوئية (الفوتوكيمستري) – العلم الذي يختص بدراسة الضوء الصادر عن العناصر المحترقة. وفي معرض عمله، ابتكر بونزن نوعاً جديداً من الموقد يتم فيه خلط الهواء والغاز قبل البدء بعملية الحرق. يتميز هذا الموقد (و الذي لا نزال نستعمله باسم موقد بونزن) بلهب حار للغاية (أعلى من 2700 درجة فهرنهايت) مع قليل جداً من الضوء.

حدث في عام 1859م أن التقى الرجالان بجامعة هيدلبرغ. وبوقوفهما جنباً جنباً، كان كيرخوف بالكاد يصل لكتف بونزن. فقام هذا الثنائي المتميز بجمع مقتيائهما – موشور كيرخوف مع موقد بونزن، وقضيا ستة أشهر في تصميم وبناء أول مطياف (سيكتروغراف) في الوجود، والذي يعتبر جهازاً لحرق النماذج الكيميائية ثم فصل الضوء الناجم بواسطة موشور إلى طيف من الترددات المنفصلة.

بدأ كيرخوف وبونزن بعدها بجدولة الخطوط الطيفية (عبارة عن ترددات خاصة يشع بها كل عنصر طاقته الضوئية) لكل عنصر معروف، فاكتشفا بأن كل عنصر كان ينبع دوماً «الواقع» ذاته من الخطوط الطيفية والذي يعرف ذاك العنصر بشكل فريد دون جميع العناصر الأخرى.

مسلسلين بهذا الاكتشاف وبجدولهما للخطوط الطيفية المميزة لكل عنصر، عمل كيرخوف وبونزن أول تحليل كيميائي كامل من نوعه لمياه البحر ولتركيب الشمس - يباهلاهما أن الهيدروجين والهيليوم والصوديوم وبضعة من العناصر النادرة الأخرى الموجودة على الأرض، موجودة في جو الشمس كذلك. وقد برهن هذا للمرة الأولى بأن الأرض ليست فريدة كيميائياً بالكون.

زُوّد كيرخوف وبونزن العلم بوحدة من أكثر أدواته التحليلية براعة ومرونة في التطبيق، كما وابتكرتا طريقة لحساب تركيب أي نجم كان بنفس الدقة التي نقيس بها تركيب كحامض الكربوريك والكلورين أو أي مركب كيميائي معروف آخر.

  
حقائق طريفة: \* استعمل كيرخوف وبونزن مطابقهما لاكتشاف عنصرين جديدين، هما: السليزيوم عام 1860م (اختاراً هذا الاسم لأنه يعني زرقة السماء، إشارة منها إلى لون هبيه في المطاف) والروبيديوم عام 1861م. لدى هذا العنصر الأخير خط أحمر براق في تصويره الطيفي، واسمه مشتق من الكلمة لاتينية بمعنى الأحمر.

---

\* كان كيرخوف معروفاً بخفة ظله وروحه المرحة. يقال أنه لما احتضن المجتمع العلمي برمته اكتشاف كيرخوف وزميله بونزن عن تحليل التركيب الكيميائي للأجرام السماوية، ظل صراف البنك لكيرخوف شاكاً بزراهة هذا الشرف العلمي الكبير الذي حظى به، فسأله في إحدى المرات: «ما الفائدة التي ساجنيها من وجود الذهب على الشمس إذا لم أقدر أن انزل به إلى الأرض؟». بعد ذلك بفترة، نال كيرخوف ميدالية وجائزة من الذهب الخامص، فأسرع بهما إلى صرافه وهو يقول له: «ها هو الذهب من الشمس!» - المترجم.

## الإشعاع الكهرومغناطيسي / الموجات الراديوية

Electromagnetic Radiation \ Radio Waves

سنة الاكتشاف 1864م

ما هذا الاكتشاف؟ تغير موجات الطاقة الكهربائية والمغناطيسية جميعها جزءاً من طيف كهرومغناطيسي واحد وتتپع لقوانين حسابية بسيطة من المكتشف؟ جيمس كلارك ماكسويل James Clerk Maxwell

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طوال معظم القرن التاسع عشر، اعتقاد الناس أن الكهربائية والمغناطيسية والضوء هي ثلاثة أشياء منفصلة لا علاقة لها بعض. فانطلقت البحوث من هذا الافتراض، حين اكتشف ماكسويل بأنها تقبل جميعاً الشيء ذاته - أشكال عن الإشعاع الكهرومغناطيسي. لقد كان ذلك اكتشافاً عظيماً ومنهلاً، وعادة ما يصنف كأعظم اكتشاف فيزيائي في القرن التاسع عشر. لقد عمل ماكسويل للإشعاع الكهرومغناطيسي ما عمله نيوتن للجاذبية - أعطى العلم أدوات حسابية لفهم واستعمال تلك القوة الطبيعية.

وَحَدَّ ماكسويل الطاقة المغناطيسية والكهربائية، ابتكر مصطلح (الإشعاع الكهرومغناطيسي)، واكتشف المعادلات البسيطة الأربع التي تقود سلوك الحقولين الكهربائي والمغناطيسي. وخلال معرض ابتكاره لهذه المعادلات، اكتشف ماكسويل بأن الضوء جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وتبناً بوجود الموجات الراديوية، الأشعة السينية، وأشعة غاما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد جيمس كلارك James Clerk عام 1831م في إدنبرة باسكتلندا. ثم أضافت العائلة بعدها لقب ماكسويل Maxwell. شقّ جيمس مشواره الجامعي بسهولة وتفوقاً متقدداً أعلى المراتب وحاصلًا على شهادة في الرياضيات، ثم حاز بعدها على درجات أستاذة مختلفة في حقلين الحساب والفيزياء.

و كرياسي، استطاع ماكسويل العالم - و الكون - من خلال معادلات حسابية.تناول حلقات زحل كأولى مواد دراسته الموسعة، فاستعمل الرياضيات ليثبت بأن هذه

الحلقات لا يمكن أن تكون أقراصاً صلبة، كما لا يمكن أن تكون مواد غازية. فقد أظهرت معادلاته بأنها لا بد أن تكون مولفة من دقائق صلبة صغيرة لا عد لها. بعدها بقرن، ثبت الفلكيون صحة دعواه.

حول ماكسويل اهتمامه إلى الغازات هذه المرة، فدرس العلاقات الرياضية التي تحكم حركة الدقائق الغازية السريعة الحركة. فصححت نتائج دراسته التوجه العلمي لدراسة العلاقة بين الحرارة وحركة الغاز.

و في عام 1860م تحول ماكسويل إلى متابعة بدايات العمل الكهربائي لما يكل فارادي. فقد اخترع فارادي الحرك الكهربائي باكتشافه أن قرضاً معدنياً يدور في مجال مغناطيسي يولد تياراً كهربائياً وبأن التيار الكهربائي المتغير يغير من المجال المغناطيسي أيضاً ويمكنه توليد حركة فيزيائية. قرر ماكسويل أن يستطلع بدوره العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية و«خطوط القوة الكهربائية والمغناطيسية» التي اكتشفها فارادي، وذلك بمفهومه الرياضي الخاص.

و بينما كان ماكسويل يبحث في العلاقات الرياضية بين مختلف أوجه الكهربائية والمغناطيسية، ابتكر تجارب لفحص وتأكيد كل نتيجة يتوصل إليها. فوصل في 1864م إلى اشتراك أربع معادلات بسيطة لوصف سلوك الحقل الكهربائي والمغناطيسي وطبيعتهما المداخلة. فالحقول الكهربائية المتذبذبة (المتحركة) – التي تتراوح تياراها سريعاً بكل الاتجاهين – ولدت حقولاً مغناطيسية والعكس بالعكس.

هذا النوعان من الطاقة مرتبطان بشكل وثيق، إذن. أدرك ماكسويل بأن الكهربائية والمغناطيسية هما ببساطة تعبران مختلفان لسيل طaci واحد، أسماه *electromagnetic energy* أو «الطاقة الكهرومغناطيسية». وما نشر هذه المعادلات واكتشافاته لأول مرة بمقابلة عام 1864م، وعي الفيزيائيون لفورهم معنى هذه المعادلات الأربع وقيمتها التي لا تقدر بثمن.

استمر ماكسويل بالبحث في معادلات وتوصل إلىحقيقة جديدة تفيد بأنه طالما تذبذب المصدر الكهربائي بتردد عالٍ كافٍ، فإن موجات الطاقة الكهرومغناطيسية المولدة عنه سوف تتحرر إلى الهواء الخارجي دون الحاجة إلى أسلاك موصلة تناسب من خلاها. لقد كان هذا أول تنبؤ بوجود الموجات الراديوية.

فاس ماكسويل السرعة التي يمكن لهذه الموجات الكهرومغناطيسية أن تنتقل بها، فوجدها مطابقة لأفضل حسابات سرعة الضوء (وقذاك). من هنا أدرك بأن الضوء ما هو إلا شكل آخر من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي. ونظراً لقابلية تلبيذ التيارات الكهربائية بأي تردد كان، أدرك ماكسويل من جديد بأن الضوء هو مجرد جزء ضئيل من طيف مستمر من الإشعاع الكهرومغناطيسي.

تبأ ماكسويل بالعثور يوماً ما على أشكال جديدة من الإشعاع الكهرومغناطيسي ضمن أجزاء أخرى من الطيف. وبالفعل، اكتشفت الأشعة السينية عام 1895م من قبل فلهيلم رينجن Wilhelm Roentgen. وقبل هذا الاكتشاف بثمانية أعوام، أجرى هينريخ هيرتز Heinrich Hertz تجارب على ضوء معادلات ماكسويل ليختبر إمكانية جعل الإشعاع الكهرومغناطيسي ينتقل في الماء (يتنقل في الفضاء على هيئة موجات من الطاقة). وبسهولة، أوجد هيرتز وقصصي أولى الموجات الراديوية في العالم، مثبتاً صحة معادلات ماكسويل وبناؤاته.

حقائق طريفة، أستنتج علماء الفلك بأن الطريقة المثلث للاتصال بحضارة ذكية في فلك نجم آخر هي باستعمال الموجات الراديوية. على أية حال، هناك العديد من العمليات الطبيعية في الفضاء تنتج الموجات الراديوية، والتي لو قدرنا على تحويلها إلى صوت، فإنها ستبدو مثل التشويش الذي نسمعه أحياناً على جهاز الراديو. وهذا في معرض بحثهم عن حياة ذكية، يعتمد الفلكيون على كومبيوترات حديثة للتمييز بين «الإشارة» (باعتبارها رسالة محتملة) و«الضوضاء» (تشويش).



# الوراثة

## Heredity

سنة الاكتشاف 1865م

ما هي الاكتشاف؟ النظام الطبيعي الذي ينقل الخصائص والصفات من جيل لآخر

من المكتشف؟ غريغور مендل Gregor Mendel

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أجرى غريغور مендل أول دراسة جادة للوراثة. فقد أرسّت ملاحظاته وطرقه واكتشافاته أسس علم الوراثة ودراسة المورثات (الجينات). وما اكتشافات المورثات والكروموسومات والـ DNA وفك شفرة الجينوم البشري (مكملاً عام 2003م) إلا سلائل مباشرة لإنجاز مендل. وما الانتصارات الطبية الهائلة في القتال ضد عديد من الأمراض إلا تشعبات عن عمل بدأه مендل أول بدأه.

وأخيراً، أمدنا اكتشاف مендل بحد ذاته بصيرة نفاذة لفهم دور الصفات الوراثية والطرق التي تنتقل بها من جيل لآخر.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

حقول واسعة وحدائق غناء كست التلال المنحدرة بلطف حول مجموعة مباني دير برون المساوي. محصورة بإحدى زوايا حدائق الدير، كانت توجد قطعة أرض صغيرة ببعد مائة وعشرين قدماً لعشرين، تعود لراهب يدعى الأب غريغور مендل Gregor Mendel يستعملها كمخبر يجري فيها تجاربه عن الوراثة، بمعنى، كيفية انتقال صفات فردية لشخص ما خلال أجيال متعددة إلى مجتمع من الأشخاص. وفي شهر أيار (مايو) من عام 1865م، كان الأب قد زرع سادس موسم له من نباتات البازلاء التجريبية.

لقد سبق للعالم الإنجليزي تشارلز داروين أن أوضح مفهوم التطور الحيوى ولكن دون أن ينجح في شرح الكيفية التي تتحدر بها الخصائص، خلال الأجيال المتعددة، بحيث يسود بعضها ويظهر في كل جيل، وبعض الآخر يظهر فجأة بشكل عشوائي بين فترة وأخرى. هذا بالذات ما أراد مендل أن يدرس.

ضرب مندل سلالة من نباتات بازلاء طويلة مع أخرى قصيرة، فأنتج صفاتًّا من النباتات الطويلة جميعًا. وعندما زرع حبوب هذه النباتات الطويلة، حصل على أغلبية من النباتات الطويلة مع قلة من القصيرة. فقد عاودت صفة القصر نفسها بالجيل الثاني.

وبنفس الطريقة، هجن نباتات بازلاء صفراء مع أخرى خضراء فحصل على جيل من النباتات الصفراء. ولكنه حصل على أغلبية من الصفراء مع قلة من الخضراء في الجيل الثاني خصوصًّا، دون أن يحصل على نباتات صفراء - خضراء قط. فقد عاد اللون الأخضر ولكن الصفات لم تندمج إطلاقًا. ثم نال النتائج ذاتها لدى تضريبه نباتات بازلاء ملساء مع أخرى مجعدة.

على امتداد ستة أعوام من العمل، وجد مندل النمط ذاته في كل تجربة تضريب يقوم بها. ففي الجيل الثاني كانت تشذ بنتة واحدة من كل أربع مظهرة الصفة المتتحية (الصفة التي لم تظهر إطلاقًا في الجيل الأول) - ودائماً بنسبة ثلاثة لواحد.

علم مندل بأن كل بنتة توارثت نسخة من كل صفة (أو مورثة) من النبات الأب والأم على حد سواء. ولكن ماذا لو كانت صفة واحدة من كل زوج من الصفات، هي الأقوى دائمًا (السائلدة)، والأخرى أضعف (متتحية)؟ وبالتالي عندما تنزح الصفات، سيظهر الجيل الأول الصفة السائدة دائمًا (جميعها صفراء، جميعها طويلة).

ولكن ثلاثة لواحد... هذا ما حدث في الجيل الثاني! تذكر مندل احتمالية رياضية بسيطة تفيد بإمكان تواجد أربع خلطات محتملة من الصفات في نبات من الجيل الثاني (إما صفة سائدة أو متتحية من كل من بنتة الأب أو الأم). ففي ثلاث من هذه الخلطات، لا بد أن تتواجد صفة سائدة واحدة على الأقل، وهي التي تuali ما سيكون النبات عليه. وفي خلطة واحدة فقط - الصفة المتتحية من كلا الأبوين - لن يحدث شيء سوى وجود صفات متتحية: ثلاثة لواحد.

لا تختلط الصفات بعضها، فهي توارث من جيل لآخر وتظهر فقط عندما تسود في نبات ما. هناك عدد لا يحصى من الصفات تتساب إلى كل منا من أجداده، وذلك في علب منفصلة تدعى «المورثات أو الجينات»، مطلوب منها نقلها إلى سلالتنا في الأجيال القادمة حتى لو لم «تظهر» الصفة في جيلنا الحاضر.

لم تُعرف القيمة العلمية للهدية العظيمة التي وهبها مندل للعالم على طبق من ذهب إلا عام 1900م، وذلك من خلال عالم آخر، ألا وهو الهولندي هوغو دي فري \* Hugo de Vries.

حقائق طريفة، تطلب مفهوم مندل للوراثة أبوبين اثنين. أما النعجة دوللي Dolly the Sheep فكان لديها رأي آخر، إذ صنعت تاريخياً علمياً عام 1997م عندما ولدت من خلايا نعجة بالغة واحدة في مختبر اسكتلندي. فقد (استنسخت) - قتل التضاعف الجيني المضبوط لأمهما، دون مشاركة خلايا جينية من الأب.



---

\* هوغو دي فري (1848-1935م): عالم نبات هولندي عُرف باقتراحه لمفهوم المورثات، إعادة اكتشافه لقوانين مندل في الوراثة، وتطوير نظرية التطور للتطور الحيوى - المترجم.

# الحياة في أعماق البحار

## Deep-Sea Life

سنة الاكتشاف 1870م

ما هذا الاكتشاف؟ ليست المياه الأبدية الظلام للمحيطات العميقة بـ صحراء  
عقيمة الحياة، بل ترفل بحياة زاخرة  
من المكتشف؟ تشارلز ثومسون Charles Thomson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أحدث تشارلز ثومسون تغييراً جذرياً في نظرة العلم للمحيطات العميقة ولنطاقات العيش فيها. رغم غياب الضوء في أعماق المحيطات المعتمة، تكمن هذا الرجل من اكتشاف حياة زاخرة ومتعددة. فقد أثبت بأن الحياة يمكن أن تواجد بغياب الضوء، بل وحتى أثبت أن النباتات يمكنها أن تحيى في أعماق حالكة الظلام (رغم انتظار العلم قرناً آخر ليكتشف الكيفية التي تعيش بها النباتات محرومة من البناء الضوئي).

أمدَ اكتشاف ثومسون حدود الحياة الحيوانية المعروفة من الطبقات العليا الرقيقة للمحيطات إلى الأعماق الشاسعة، كما وفَّر أول دراسة علمية للمحيطات العميقة. وجزءاً على اكتشافاته، نال ثومسون وسام الفروسية من الملكة فيكتوريا عام 1877م.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد تشارلز ثومسون Charles Thomson عام 1830م في الحيط المائل للساحل الاسكتلندي. بعد انتهاءه من الدراسة الجامعية، شغل مناصب مختلفة بين أروقة البحث والتدرис الجامعي، لحين عام 1867م عندما عين بروفيسوراً لعلم النبات في الكلية الملكية للعلوم في دبلن بأيرلندا.

كان المنطق والحكمة يقضيان آنذاك أن الحياة موجودة في الطبقات العليا الضيقة من المحيطات طالما أن الضوء لا يتأافد إلى أعماق من 250-300 قدم من المياه ليسمح بنمو نباتات الحيط. أما الطبقات العميقة فهي بمثابة صحراء عديمة الضوء، عقيمة الحياة. لم يجد أحد داعياً لتحمل مشقة التشكك بحقيقة هذا الاعتقاد. بعدها في أوائل عام 1866م، قام مايكيل سارس Michael Sars ببعض عمليات التجريف بساحل النرويج كجزء من

مشروع لتنصيب الأسلاك. فأدعى بأن جرافته اصطادت أسماكاً على عمق يفوق 1000 قدم.

سخر منه العلماء بدعوى أن جرافته اصطادت الأسماك في طبقة أعلى خلال نزولها أو صعودها. فمن المستحيل أن يكون سارس اصطادها بمستوى أعمق بكثير من «منطقة الحياة» للمحيط، لأنه ببساطة لا يمكن لأي كائن العيش هناك.

على أية حال، حاز التقرير على اهتمام ثومسون. فبدأ يفكر: ماذا لو كانت الكائنات الحية تسرح وتعيش فعلاً في الأعماق الشاسعة المظلمة للمحيطات؟ هل أعماق البحر هي الصحاري العديمة الحياة كما تصور الجميع؟ دون الذهاب إلى هناك، كيف لأحد أن يعرف حقيقة ما يجري بهذه الأعماق السحرية؟

مقدّعاً بجدارة هذه المسألة بالتحقيق العلمي الجاد، أقنع ثومسون البحرية الملكية بمنحة رخصة استعمال السفن المعروفة باش ام اس لايتينينغ واش ام بور كوبابن لغرض القيام باستطلاعات صيفية ولمدة ثلاثة مواسم متلاحقة: أعوام 1868 و 1869 و 1870 م. خلال هذه الرحلات من سواحل إنجلترا وأسكتلندا، استعمل ثومسون شبكات البحار العميقه والجرافات ليستطاع أي وجود للحياة في مياه عمق 2000 قدم. اعتقاد معظم العلماء بأنه يهدّر وقته ومال البحرية سدى وأنه يخدع نفسه بنفسه.

خلال مواسم الصيف الثلاثة القصيرة هذه، قام ثومسون بأكثر من 370 استطلاعاً لعمق البحر. فسحب شباكه وجرافاته خلال المحيطات على أعماق تصل 4000 قدم (1250م)، وشاهد صوراً مستمرة من الحياة على نطاق جميع الطبقات الموسّحة. كانت شباكه تأتيه دوماً بمحظوظ اللافقيريات والأسماك.

اكتشف ثومسون كل تلك الجماعات من الأسماك التي تعيش وتتزهـو في أعماق من المحيط لم يمسـس فيها أي ضوء عذرية الظلـام المـعتـم.

كما تجمـع نماذج من المياه العميقـة الـبحرـية السـوـادـ، فلا حـظـ تـواجـدـاً مـسـتـمرـاً لـفـقـاتـ الـبـاتـاتـ الـمـيـةـ الـتـيـ غـاصـتـ إـلـىـ أـعـمـاقـ الـمـيـاهـ دـوـنـ آـنـ تـوـكـلـ. كـمـاـ وـتـوـفـيـتـ الـحـيـوـانـاتـ الـبـرـيـةـ أـيـضـاـ لـتـضـيـفـ عـلـىـ هـذـاـ الـوـاـبـلـ الـمـتسـاقـطـ مـنـ الـأـغـذـيـةـ الـتـيـ تـقـنـتـ عـلـيـهـ كـائـنـاتـ الـأـعـمـاقـ.

عـثـرـ ثـومـسـونـ عـلـىـ جـمـعـ الـأـنـوـاعـ الـمـعـرـوـفـةـ مـنـ الـلـافـقـيـرـاتـ الـبـرـيـةـ فـيـ هـذـهـ الـأـعـمـاقـ وـكـذـلـكـ الـعـدـيدـ مـنـ أـنـوـاعـ الـأـسـمـاـكـ الـغـيـرـ مـعـرـوـفـةـ. كـمـاـ جـرـفـ خـارـجاـ الـكـثـيرـ مـنـ الـبـاتـاتـ الـمـقـيمـةـ بـالـأـعـمـاقـ، مـثـبـتـاـ أـنـ يـامـكـانـ الـبـاتـاتـ الـعـيـشـ وـالـمـوـ بـغـيـابـ ضـوءـ الـشـمـسـ. دـوـنـ

ثومسون اكتشافاته المجلفة في كتاب أصدره عام 1873م بعنوان *The Depths of the Sea* أو «أعماق البحر» - و الذي نُشر مباشرة بعد إبحاره على متن سفينة الشالنجر للقيام برحلة إضافية من خمس سنوات مكتملاً بذلك 70000 ميلاً بحرياً من جمع بيانات بحوث أعماق البحر التي ثبتت وجود حياة الأعماق في محيطات العالم جماء.

حقائق طريفة: أعظم حبار عملاق يتم دراسته كان بطول 36 قدما (11م) عندما جرفت المياه بجسده على أحد شواطئ أمريكا الجنوبية. بلغت المصاصات الدائيرية الكبيرة على ذراعيه الطويلين عرض 2,2 إنشاً (5,5 سم). وقد اصطادت بعض حيتان العنبر وهي تعاني آثاراً حديثة بفعل مصاصات عملاقة بلغ عرضها 22 إنشاً (55,8 سم)، تدل على حبار مارد يفوق طوله 220 قدما (67م)! إنما تقع هناك، ولكن لم يرها إنسان منذ أن تحدث البحارة القدماء عن ملاقاهم لوحوش بحرية عملاقة أثناء أسفارهم.



## الجدول الدوري للعناصر

Periodic Chart of Elements

سنة الاكتشاف 1880 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول نظام ترتيب ناجح للعناصر الكيميائية التي تكون الأرض

من المكتشف؟ ديمتري مندلييف Dmitri Mendeleev

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

عندما يفكّر معظم الناس بالعناصر الكيميائية، يتراوّه لهم جدول مندلييف الدوري للعناصر. خدم هذا الجدول، باعتباره النظام الوحيد المعترف به لترتيب العناصر التي تكون كوكبنا، لمدة تقارب 125 سنة. إنه من الأهمية بحيث يُدرس لكل طالب يتلقى أولى دروسه في الكيمياء. لقد قاد إلى اكتشاف عناصر جديدة، كما ويعتبر حجر الأساس لفهم دارس الكيمياء خصائص وعلاقات عناصر الأرض، وكان عاملاً مساعداً لتصميم وإجراء التجارب الكيميائية ومسرعاً لتطوير فهم العلم للعناصر الأساسية في مطلع القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1867 م، نال ديمتري مندلييف Dmitri Mendeleev، البالغ من العمر ثلاثة وثلاثين عاماً، منصب أستاذ للكيمياء في جامعة سانت بطرسبرج - وكان ذلك بمثابة إنجاز كبير يتحققه الابن الأصغر لفلاح روسي أ-legged أربعة عشر طفلاً. بغاية شهره الموحشة ولحيته الشعثاء الغريبة وعييه الداكنتين الثاقبتين، كان مندلييف يُدعى بـ«الروسي المتواحش» من بين زملاءه من كيميائيي أوروبا. شرع البروفيسور الجديد لفوره عام 1868 م بتأليف كتاب كيمياء منهجي لطلابه.

أول مسألة اعترضت طريقه كانت تكمن في كيفية ترتيب وتنظيم القائمة المتزايدة للعناصر الائتين والستين المعروفة بحيث يسهل على طلابه فهم خصائصها. وكان مندلييف قد جمع حينها ذخيرة من البيانات من نتاجه الخاص، بل غالبيتها من نتاج الآخرين - خصوصاً الكيميائيين الإنجليزيين نيولاند Newland ومايرز Meyers ومايزر دي شانكورت de Chancourtois.

صنف مندلليف العناصر حسب الوزن الذري، التشابه العائلي، طريقة ارتباطها أو عدم ارتباطها بالهيدروجين والكربون والأوكسجين، نوع الأملاح التي تكوّنها، كونها موجودة على أي من الحالات الغازية أو السائلة أو الصلبة، كونها لينة اللمس أو صلبة، كونها تذوب بدرجات حرارية عالية أم واطنة، وشكل بلورها. لكن دون أن يسعفه أي منها في احتواء جميع العناصر الاثنين والستين ضمن نسق نظامي واحد.

ثم لاحظ مندلليف، عازف البيانو الماهر، أن النوتات على البيانو تتكرر بمدد منتظمة، فكل ثامن مفتاح هو C. ثم لاحظ خصائص التكرار هذه في العديد من الأشياء من حوله: تعاقب الفصول، موجات الماء المرتقطمة بالشاطئ، وحق في الأشجار - تتكرر الأشياء بعد مدة معينة من الزمان أو على مسافة معينة من المكان. لم لا يحدث الشيء ذاته للعناصر؟

كتب مندلليف كل عنصر مع مختلف خصائصه على بطاقات نشرها على الطاولة، وأخذ يقلبها ويرتها باستمرار بحثاً عن أنماط متكررة. وسرعان ما اكتشف أن كل ثامن عنصر يشتراك بالعديد من الصفات العائلية، أو الخواص. بما معناه، حدث في معظم الأوقات أن اشترك كل ثامن عنصر بخصائص مع العناصر الأخرى في العائلة - ولكن ليس دائماً.

ووجد مندلليف نفسه عالقاً من جديد، إلى أن خطر له في أحد أيام ذلك الصيف أن عناصر الأرض ربما لم تُكتشف جميعها بعد، وعليه يجب أن يتيح جدوله مجالاً للعناصر المفقودة.

فرجع إلى كومة بطاقاته من جديد ورتبها في صفوف وأعمدة بحيث تكون طريقة ارتباط عناصر كل عمود مع العناصر الأخرى هي ذاتها، وبحيث تكون الخواص الفيزيائية لعناصر كل صف هي ذاتها.

وأخيراً، اندرجت جميع العناصر المعروفة بشكل كامل ضمن هذا الجدول الثنائي الأبعاد. ولكن كان عليه أن يترك ثلاثة ثقوب في جدوله بدعوى أنها ستُملأ يوماً ما بثلاثة عناصر مجهولة لم تُكتشف بعد، بل وأفاض في وصف ما يمكن أن تكون عليه هذه العناصر «المفقودة» شكلاً وسلوكاً معتمدًا على الصفات المشتركة للعناصر الأخرى في صفها وعمودها. فضحكت جميع أوربا قائلة بأن هذه التنبؤات هي بمثابة حركات مجونة لعرفاف غريب الأطوار.

جاء أول الرد من ألمانيا، التي شهدت اكتشاف أولى العناصر «المفقودة» لمندلليف. فاعتبره الوسط العلمي من جديد صدفة ممتعة. ولكن لم تنقض سوى ثماني سنوات حتى اكتشف العنصران الآخران. لقد بدت وتصرفت ثلاثتها كما تباً مندلليف بالضبط.

أصاب الذهول علماء العالم أجمع، فدعوا بمنديليف عقريباً فك طلاسم عالم العناصر الكيميائية. منذ ذلك اليوم واكتشاف منديليف يتولى زمام قيادة البحث الكيميائي على اتساعه.



حقائق طريفة، ساعد الجدول الدوري لمنديليف على تفنيد الأسطورة الكيميائية القديمة القائلة بتحويل الرصاص إلى ذهب. ولكن في عام 1980م، استعمل العالم الأمريكي غلين سيبورغ Glenn Seaborg سايكلوترونا قوياً لرفع البروتونات والنيوترونات من عدة آلاف من ذرات الرصاص (عدهه الذري 82) محولاً إياها إلى ذرات الذهب (عدهه الذري 79). لا يصيّنك الطمع، فهو لم يحقق ثروة وراء ذلك! إن هذه العملية من الغلاء بحيث تكلّف كل ذرة من الذهب عند سيبورغ بضعة أونصات من الذهب عند الصانع.

## انقسام الخلايا

Cell Division

سنة الاكتشاف 1882 م

ما هي الاكتشاف؟ العملية التي بواسطتها تتشطر الكروموسومات بحيث  
تتمكن الخلية من الانقسام لتصبح خلأياً جديدة  
من المكتشف والذر فليمينغ Walther Flemming

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تحمل الكروموسومات المورثات (الجينات) التي تحمل بدورها جميع مخططات وخرائط  
بناء وتوظيف الخلايا والحفاظ عليها داخل الجسم. لم يكن لعلم الوراثة أن يتقدم لولا  
اكتشاف ودراسة هذه التراكيب داخل نواة كل خلية، كما ويعتمد جزء من فهمنا لعلم  
الأحياء على معرفتنا بالكيفية التي تنقسم بها الخلايا وتضاعف نفسها لعدد لا يُحصى من  
المرات خلال حياة الكائن الحي.

لقد اكتشف هذان المفهومان كلاهما من خلال تجربة واحدة أجراها والذر فليمينغ. إذ  
تشكل اكتشافاته جزءاً من البنية التحتية للعلوم الحياتية الحديثة، كما أن معظم ما نعرفه  
اليوم عن انقسام الخلايا (المسمى *mitosis* أو الانقسام الخطي) مبني على اكتشافات  
فليمينغ هذه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

خلال معظم القرن التاسع عشر، أقيمت الدراسات الميكروسโคبية المتعلقة بالخلايا  
ووظائفها وتراكيبها نظراً للتركيب للجدران والتراكيب الداخلية للخلايا. فيغض  
النظر عن جودة الميكروسكوب، كانت هذه التراكيب الداخلية تظهر بأشكال رمادية  
مبهمة، بحيث كان صعباً - إن لم يكن مستحيلاً - التعليق على أي تفاصيل متعلقة بها.

قام العلماء بصباغة الخلايا أملأاً برؤية أفضل لأجزائها. على الرغم من أن جميع  
الأصباغ كانت قاتلة للخلايا، لكن لم يكن هناك منفذ آخر، بل كانت الصبغة ترتبط على  
الأقل ببعض التراكيب الدون خلوية دون الأخرى، فتسهل دراستها تحت الميكروسكوب.

على أية حال، لم تكن معظم الأصباغ صالحة للعمل، إذ كانت تلطف كامل الخلية بلون غامق فتحجب التراكيب التي يفترض بها إظهارها.

ولد والذر فليمينغ Walther Flemming عام 1843م في ساكسنبرغ بألمانيا. تدرّب كطبيب ودرّس في الجامعات من 1873 (بعمر الثلاثين) ولغاية 1905م (بعمر الثانية والستين). ولطالما عدّ نفسه تسيحيًا ومتخصصاً في الدراسة المجهريّة للخلايا.

عثر فليمينغ على صبغة جديدة عام 1879م (من مخلفات فحم القار) يامكانها الارتباط جيداً بمواد خيطية معينة داخل نواة الخلية دون معظم المكونات الأخرى للخلية. وأخيراً، هناك صبغة تسمح له بالتركيز على تركيب واحد معين ضمن نواة الخلية.

أطلق فليمينغ على هذه المادة المصطلحة *chromatin* «كروماتين أو صبغين» (وتعني اللون باللغة الإغريقية). بدأ بعدها بسلسلة من التجارب مستعملاً أجنة السمندر، حيث قام بقطع شرائح برقة المتديل الورقي من الخلايا الجنينية المستبطة من البيوض المخصبة للسماندر، وصبغها بصبغة.

بالطبع، قتلت الصبغة الخلايا، الأمر الذي أوقف من نشاط الخلية وانقسامها. فكان على فليمينغ أن يدفع ثمن دراسة هذه التراكيب الكروماتينية داخل نواة الخلية الميتة، إذ ما رآه عبر ميكروسكوبه كان عبارة عن سلسلة من الصور «الساكنة» خلايا مجمدة في مختلف مراحل الانقسام. بمرور الزمن، وبتوفر غاذج كافية للدراسة، تمكّن فليمينغ من ترتيب هذه الصور بانتظام لظهور خطوات عملية الانقسام الخلوي.

ففي بدء العملية، تكشف الكروماتين بشكل أجسام خيطية قصيرة (غير فليمينغ اسمها من كروماتين إلى *chromosomes* «كروموسومات») اشتقاقة عن الكلمة الإغريقية تعني «الأجسام الملونة»). سرعان ما اتضحت لفليمينغ أن هذه الكروموسومات الخيطية الشكل تلعب دوراً رئيسياً في عملية الانقسام الخلوي، وهذا أطلق على هذه العملية *mitosis* «الانقسام الخطي أو الميتوسنس» (نسبة إلى كلمة إغريقية أخرى تعني الخط). ولا تسزال هذه الأنفاس (كروموسومات، ميتوسنس) قيد الاستعمال لحد الآن.

وجد فليمينغ أن الخطوة الثانية تقضي بانشطار كل خيط كروموسومي إلى خيدين متباينين، فتضاعف بذلك إجمالي عدد الكروموسومات. ثم سُجّلت هذه الجماعات التماضية من الكروموسومات بعيدة عن بعضها البعض، كل نصف منها باتجاه إحدى فمائي الخلية، تلاه

انقسام الخلية ذاهاً. فحصلت كل من الخليتين البنويتين على طقم كامل من الكروموسومات على غرار الخلية الأصل.

اكتشف فلاريمينغ عملية الانقسام الخلوي ونشر نتائجه عام 1882م، ولكن بقيت القيمة الحقيقية لاكتشاف فلاريمينغ طي الكتمان لثمانية عشر عاماً. حيث جمع هوغو دي فري عام 1900م بين اكتشاف فلاريمينغ مع اكتشافات غريفورن مندل عن الوراثة مدركاً بأن فلاريمينغ قد اكتشف لته الكيفية التي تنتقل بها الصفات الوراثية من الأب لطفله ومن الخلية للأخرى.

حقائق طريفة، شأنهم شأن غيرهم من الأنواع الحية، ينمو البشر من خلية بيضية واحدة إلى كائنات معقدة تتألف من تريليونات الخلايا. كانت لويس براون Louis Brown المولودة في 25/7/1978 م بمدينة أولدهام الإنجليزية، أول طفل أنبوب بشري. لم تحدث أولى انقساماتها الخلوية في رحم أمها، بل في أنبوبة مختبرية.



## الأشعة السينية

X-Rays

سنة الاكتشاف 1895 م

ما هذا الاكتشاف؟ إشعاع عالي الطاقة يمكنه اختراق جسم الإنسان

من المكتشف؟ فلهيلم رينген Wilhelm Roentgen

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لو كنت احتجت يوماً إلى أحد أشعة تصويرية سينية خلال فحص طبي، فإنك تدين بالشكر والامتنان لفلهيلم رينген. تعد الأشعة السينية الطيبة واحدة من أقوى الأدوات التشخيصية التي اكتشفت بعد الآن وأكثرها إفادة وإنقاذاً لحياة البشر. كما وتعتبر الأشعة السينية أول تقنية غير نفاذة للجسم يستعملها الأطباء لرؤيه باطن جسم الإنسان، والتي مهدت الطريق فيما بعد للتقنيات الأكثر حداة كالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي للجسم.

استفاد الكيميائيون من الأشعة السينية في فهم وفك رموز تركيب الجزيئات المعقدة (كالبنسلين مثلاً) ولفهم أكثر للطيف الكهرومغناطيسي. منح هذا الاكتشاف للأشعة السينية صاحبه رينген جائزة نوبل في الفيزياء عام 1901م عن جداره\*.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1895م كان فلهيلم رينген Wilhelm Roentgen، البالغ أربعين وكذا عاماً من العمر، مجرد أستاذ أكاديمي بجامعة فورتسبورك الألمانية يؤدي تجربة مللة حول تأثيرات إمداد الكهرباء خلال قنطرة ملوءة بالغاز. وفي شهر تشرين الثاني (نوفمبر) من ذلك العام، بدأ بتجارب مختبرية بالطابق السفلي من داره مستعملاً أنبوبة كروك (عبارة عن جهاز لتكبير الإشارة الكهربائية من خلال إمداده في الفراغ الموجود ضمنه).

حدث في الثامن من ذاك الشهر أن لاحظ رينген بأن صفيحة فوتغرافية كانت ملفوفة بورق أسود ومطوية داخل علبة جلدية بالخزانة السفلية لنضده قد تم استهلاكها بشكل مريب وختمت بصورة مفتاح. المفتاح الوحيد في الغرفة كان المفتاح الكبير لباب

\* كانت تلك أول جائزة نوبل في الفيزياء - المترجم.

الحقيقة – تذكر أنه رمى به في الخزانة الوسطى للمنضدة قبل عام مضى. لقد كانت الصورة المطبوعة على الصفيحة الفوتوغرافية تعود لذلك المفتاح بالذات.

والأغرب من ذلك، أنه وجد بأن المفتاح الموجود بالخزانة الوسطى يقع على امتداد خط مستقيم من أنبوبة كروك الزجاجية المستندة على الحائط إلى الصفيحة الفوتوغرافية في الخزانة السفلية. ولكن لا تبعثر أية أشعة مرئية من أنبوبة كروك ومن المؤكد أن لا ضوء يمكنه النفاذ من خلال المنضدة والعلبة الجلدية ليصل إلى الصفيحة الفوتوغرافية. ما هذا الشيء المريب الذي انطلق عبر الغرفة ومر خلال الخشب والجلد والورق ليستهلk الصفيحة الفوتوغرافية؟ مهما كان ذلك الشيء، فإنه لم يستطع اختراق المفتاح المعدني – مما يفسر تشكيل صورة رمادية داكنة للمفتاح على صفيحته الفوتوغرافية.

افرض علماء آخرون وجود أشعة تبعث من أنبوبة كروك أطلقوا عليها أشعة الكاثود نسبة إلى اسم إحدى الصفائح المعدنية داخل الأنبوبة. اعتقد كروك ذاته أن هذه الأشعة ربما أتت من عالم آخر. ولكن لم يتكلف أحد بتقصي وقياس دراسة هذه الأشعة المجهولة.

توقع رينتفن أن فيلمه قد تعرض بطريقة ما إلى أشعة الكاثود. بعدها بأسبوعين، تمكن من إثبات وجود هذه الأشعة المريبة، والتي اسمها *X-rays* أو «أشعة أكس أو الأشعة السينية» – حيث يرمز الحرف X أو س إلى المجهول. فقد تمكن رينتفن الآن من اكتشاف أن الأشعة السينية تخترق الخشب والورق والكرتون والاسمنت والقماش بل وحتى معظم المعادن – عدا الرصاص.

بغرض إجراء تجربته، قام رينتفن بطيق قطعة من الورق بمادة بلاتينوسـيانيد الباريوم (نوع من الأملاح البرّاقة) وعلقها على الجدار بعيداً لختبره. فعندما أوصل الطاقة بأنبوبة كروك، لاحظ توهج الورقة البرّاقة بلون أخضر خافت، ولما رفع منضدة حديدية أمام الورقة، أسوّدت الورقة في مكان اعترض المنضدة الحديدية للأشعة.

أنصدم رينتفن كذلك لدى رؤيته لخراطط جميع عظام يده وذراعه على الورقة البرّاقة. وعندما حرّك أصبعه، تحركت صور العظام أيضاً.

لدى رؤيتها لهذه الصور الإشعاعية الأولية، صرخت زوجة رينتفن خوفاً وهلاعاً – فقد ظنت المسكينة أن هذه الأشعة كانت طلائع شر تذدر بالموت. على أية حال، بدأ رينتفن ستة أسابيع من الدراسة المكثفة قبل إطلاق نتائجه حول طبيعة وإمكانية الأشعة السينية.

في غضون شهر واحد من الزمان، أصبحت أشعة رينغون الصينية حديث العالم أجمع. فأطلق عليها المشككون «أشعة الموت» التي ستحطم الجسس البشري، أما الحالون الملهوفون فقد أسموها «الأشعة المعجزة» التي ستعيد البصر إلى العميان وستبث الجنداول والمسائل المعقّدة مباشرة إلى ذهن الطالب.

أما الأطباء فقد سموا الأشعة الصينية «الدعوة المستجابة».

حقائق طريفة، بإمكان مكينة زاي Z Machine الموجودة في مختبرات سانديا الوطنية بنيو مكسيكو أن تصدر الأشعة الصينية بقدرة إنتاجية تعادل حوالي 80 ضعفاً للقدرة الإنتاجية الصادرة عن المولدات الكهربائية في العالم أجمع وخلال فترة وجيزة للغاية.



## أنواع الدم

### Blood Types

سنة الاكتشاف 1897 م

ما هذا الاكتشاف؟ يمتلك البشر أنواعاً مختلفة من الدم ليست مطابقة جميعاً لبعض

من المكتشف؟ كارل لاندشتاينر Karl Landsteiner

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

الدم هو الدم – أو هكذا ظن العالم. أما الطيب النمساوي كارل لاندشتاينر، فقد كان له رأي آخر – إذ اكتشف أربعة أنواع من الدم، يمكن مزج بعضها بأمان وبعضها لا. لقد أنقذ ذلك الاكتشاف ملايين البشر من براثن الموت. فمن يوم نشرت فيه نتائج كارل لاندشتاينر، أصبحت عمليات نقل الدم أمينة وجزءاً عديم الضرر من الجراحة، فازدادت فرص الحياة لمرضى العمليات الجراحية بشكل ملفت. وبخلقه جراحة أكثر أمناً وسلامة، جعل لاندشتاينر العديد من الإجراءات الجراحية الجديدة عملية حقاً وممكنة التطبيق.

ساهم اكتشاف لاندشتاينر مساهمة كبيرة في تطوير الفهم البشري لتركيب الدم وكيميائه، وعُد الطريق لعدد من الاكتشافات الطبية الهامة بطلع القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كانت مدينة فيينا النمساوية عام 1897 م مدينة جذابة ساحرة – فهي حديثة حداثة آية مدينة أخرى آنذاك. كان الدكتور كارل لاندشتاينر Karl Landsteiner يعمل هناك في مستشفى جامعة فيينا، حيث يجري فحوصات طبية لحالات ما بعد الوفاة.

في أحد أيام شهر نيسان (أبريل) من ذاك العام، فحص لاندشتاينر جثث أربعة مرضى توفوا خلال عمليات جراحية، وجميعهم من السبب ذاته: تخثر الدم. كان كل مريض منهم قد تسلم دماً وتوفي عندما تكثّلت كرياته الدموية الحمراء مع نظيرتها من الدم المتسلّم، مسببة تخثرات كبيرة سيكة.

كان لاندشتاينر قد اعتاد على رؤية هذه الحالات بين الفترة والأخرى من خلال الآلاف من فحوصات ما بعد الوفاة التي أجراها أثناء مشواره الطبي، وتساءل سبب حدوث هذه المشكلة عند بعض المرضى دون غيرهم.

في تلك الأمسية، عزف لاندشتاينر على البيانو لروجته وبصغة من أصحابه. لقد كان الشيء الوحيد الذي ظن كارل أنه أتقن أدائه، بينما أجمع معظم من سمعه بأنه يجب أن يترك الطب نحو حياة من النجومية والتألق كعازف بيانو.

في وسط عزفه لمقطوعة موسيقية مألوفة، خطر له فجأة أن الحل يمكن في شيء ما في دم المريض نفسه. ماذا لو لم يكن الدم كلها سواء، كما افترض الجميع؟

وفي صبيحة اليوم التالي، جمع لاندشتاينر الدم من عشرين مريضاً، أملأً في توقيع أي النماذج صالحة للمزج مع بعضها البعض.

ففي صف طويل من أنابيب الاختبار، قام بمزج قطرات قليلة من دم كل مريض مع قطرات قليلة أخرى من دم كل مريض آخر.

واستعان بيكروسكوبه ليرى أي الكريات الدموية الحمراء قد تكتلت على بعضها، وأيها لم تكتل. وقبل انتهاءه من نصف عدد أنابيب الاختبار، تعجب لاندشتاينر من تمكنه بفصل نماذج الدم إلى مجموعتين بسهولة. فكريات الدم الحمراء لأي عضو من مجموعة واحدة تعلقت بكريات الدم الحمراء من كل عضو في المجموعة الأخرى، ولكنها لم تتعلق قط بخلايا الدم لغيرها من أعضاء مجموعةها.

أطلق لاندشتاينر على هاتين المجموعتين «A» و«B». ليس الدم جميعه مطابقاً للجسم إذن، فهو مختلف باختلاف حملته!

دأب لاندشتاينر على تجربته، فعشر على نماذج دم لا تتفاعل مع أي من نوعي A وB من كريات الدم الحمر، وأدرك بأنه أمام مجموعة ثالثة من مجامي الدم. بإمكان أناس هذه المجموعة أن يهبو الدم بأمان لأي شخص كان. فأطلق على هذه المجموعة الثالثة النوع «O».

بعدها عشر على نموذج من الدم تفاعل مع كل من النوع A وB. فكما أن هناك النوع O الذي لا يتفاعل مع أي من نوعي A وB، هنالك نوع رابع إذن يتفاعل مع كليهما. أطلق كارل لاندشتاينر\* على هذا النوع الرابع النوع «AB».

---

\* لهذا العالم مشاركات أخرى في الطب منها مشاركة إيسروين بوبر Erwin Popper في اكتشاف فيروس شلل الأطفال عام 1909م، وكذلك مشاركة الكسندر فينر Alexander Wiener في اكتشاف العامل الرئيسي Rh للدم عام 1937م. حاز على جائزة نوبل في الطب عام 1930م، وتسوية جراء نوبة قلبية وهو لا يزال يعمل بالمخبر عام 1943م عن عمر ناهز الخامسة والسبعين - المترجم.

الدم ليس كله سواء، بل هناك أربعة أنواع متمايزة. فنقل الدم السليم يحتاج طيباً يحدد نوع الدم لكل من الواهب والمستلم. ورغم أنها تبدو فكرة بسيطة واضحة، إلا أنها أنقذت حياة الملايين من البشر حقاً الآن.

حقائق طريفة، يمتلك الإنسان أربعة أنواع من مجاميع الدم (A, B, AB, O). وللقطط نفس العدد من مجاميع الدم، إلا أن للبقر 800 نوعاً!



# الإلكترون

Electron

سنة الاكتشاف 1897 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول جسيم دون ذري يكتشف على الإطلاق

من المكتشف؟ جي.جي. ثومسون J.J. Thomson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لم تكن الذرات قد شوهدت قط. معرفة على أنها أصغر جسيمات (دقائق) ممكنة من المادة والبلنة الأساسية للمواد جميعها، فإنها من الصغر بحيث لا تدركها العين البشرية. فكانت في أواخر القرن التاسع عشر أكثر نظرية منها واقعية. كيف لشخص إذن أن يدعى بأنه وجد شيئاً ما (أصغر حجماً)؟ بل كيف يمكن للجسيمات أن تصبح أصغر حجماً؟

اكتشف ثومسون الإلكترون وأثبت وجوده - دون أن يتمكن من رؤية أو فصل أي واحد فقط. كانت الإلكترونات أولى الجسيمات الدون ذرية اكتشافاً، أو بعبير آخر أول دقة من المادة يتم التعرف عليها بحجم يصغر حجم الذرة. كما وفر هذا الاكتشاف أخيراً بعض الدليل الفيزيائي والوصف عن الوحدة الأساسية لحمل الكهرباء. لقد افتتحت تجارب ثومسون واكتشافه حقولاً جديداً من العلوم - فيزياء الجسيمات (الدقائق).

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان قد ولد باسم جوزيف جون ثومسون Joseph John Thomson في كانون الأول (ديسمبر) من عام 1856 م بمدينة مانشستر الإنجليزية. بعمر الحادية عشرة، أسقط اسميه الأولين مكتفياً بالحرفين الابتدائيين لهما. فبدأ جي.جي. ثومسون بتلقي دروس في الهندسة بكلية أوبرز وهو ابن أربعة عشر ربيعاً، مما ساعده بعد ذلك في نصب خلفية رياضية وهندسية لدراسة الفيزياء.حظي عام 1884 م بنصب رئيس مختبر كافينديش الفيزيائي المعروف في كامبريدج، والذي شهد إجراء ثومسون لتجاربه التي قادت إلى اكتشاف الإلكترون بعد ذلك بثلاثة عشر عام.

كانت أشعة الكاثود قد اكتشفت من قبل الألماني يوليوس بلوكer Julius Plucker عام 1856 م. على أية حال، لم يقنع العلماء بماهية أشعة الكاثود هذه. فقد تخض عن هذا

الاكتشاف جدل واسع: هل أن أشعة الكاثود موجات أم دقائق (جسيمات)? وانشغلت خيرة عقول العالم بهذه المسألة الخيرية.

في عام 1896م، قرر ثومسون أن يقوم بتجارب من شأنها فضّل هذا الراء المستديم. فصمم أنبوبة لأشعة الكاثود وأطلق هذه الأشعة المريبة على صفيحة معدنية، فاكتسبت الصفيحة شحنة سالبة - مما يثبت بأن أشعة الكاثود تحمل شحنة سالبة أيضاً. بعدها، استعان ثومسون بمسطورة مطلية بمادة برّاقة ليثبت قدرة حقل مغناطيسي على حرف أشعة الكاثود (و كان آخرون قد أجروا هذه التجربة أيضاً).

ربط ثومسون صفات معدنية رقيقة موجود داخل أنبوبته ببطارية، فأظهر بأن للحفل الكهربائي القابلية أيضاً على حرف أشعة الكاثود عن مسارها (مستدلاً بازياح النقطة المضيئة على المسطرة عند ربطه للبطارية).

وأخيراً، صمم ثومسون أنبوبة أشعة كاثود جديدة مع وجود شق ضيق في صفيحة معدنية توجّه من خلاله أشعة الكاثود، ووضع مجالاً مغناطيسياً خلف هذه الصفيحة المعدنية بغرض حرف مسار أشعة الكاثود باتجاه واحد، يعقبه مجال آخر كهربائي مهمته حرف مسار هذه الأشعة ثانية بالاتجاه المعاكس.

أدرك ثومسون القوة التي أولدها هذا الحقلان. وب مجرد قياسه لكمية الانحراف (التغير بالاتجاه) التي أحدهتها كل قوة في مسار أشعة الكاثود، فإنه كان سيتمكن من حساب كتلة الجسيمات في هذا السيل من أشعة الكاثود. وهكذا سيحل اللغز من خلال التعرف على الجسيمات الخالدة.

أجرى تجربته ولم يصدق نتائجها. فنسبة الشحنة الكهربائية لكتلة الجسيم كانت كبيرة للغاية، وهو ما يعني أن كتلة هذه الجسيمات أصغر بكثير من أي جسيم معروف آخر.

أعاد تجربته مئات المرات، بل وجّزاً جهازه وأعاد جمعه من جديد، ولكنه حصل على النتائج ذاتها. فكتلة هذا الجسيم كانت يجب أن تكون أقل من  $1/1000$  من كتلة البروتون (ذرة هيدروجين) - أي أقل بآلاف مرة من أصغر ذرة - فمن المفترض أن يكون أصغر جسيم ممكن.

لقد اكتشف ثومسون جسيماً جديداً - أول جسيم دون ذري. وقد تطلب منه إجراء مئات من العروض التجريبية وبضع مقالات مفصلة قبل أن يصدق أحد بوجود جسيماته هذه.

في عام 1891م، أطلق الفيزيائي الإيرلندي جورج ستوني George Stoney اسم «الإلكترون» على الوحدة الأساسية (الجسيم) للكهرباء دون أن تكون لديه أدلة فكراً عن ماهية هذا الجسيم. فقرر ثومسون استعارة اسم *electron* «الكترون» لهذا جسيمه الجديد طالما أنه حمل تياراً كهربائياً. وفي عام 1898م، وجد رجل فرنسي يدعى بيكيريل Bequerel الدليل الفوتوغرافي لوجود الجسيمات الدون ذرية مثبتاً بذلك صحة نظرية ثومسون.

حقائق طريفة: إذا كان للإلكترون نفس وزن عملة الدائم ذات العشرة سنتات، فإن البروتون سيزن ما يساوي غالوناً من الحليب.



## الفيروس

Virus

سنة الاكتشاف 1898م

ما هذا الاكتشاف؟ أصغر وأبسط كائن حي؟ والعامل المسبب للعديد من الأمراض للإنسان، بدءاً بالزكام وانتهاءً بالحمى الصفراء المميتة من المكتشف ديمتري إيفانوفسكي Dmitri Ivanovsky ومارتينوس بيجرينيك Martinus Beijerinick يحيط به سر.

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كونها أصغر بكثير من الخلايا والبكتيريا، تعد الفيروسات أصغر أشكال الحياة على سطح الأرض - من الصغر بحيث يمكنها التكاثر فقط داخل خلية مستضيفة وذلك بأخذ زمام السيطرة على تلك الخلية. كما وتعتبر الفيروسات من الصغر بحيث يمكنها النفاذ من خلال أي مرشح كان أو مصيدة كانت. وقد رد اكتشافها على العديد من المسائل الطبية العالقة بمطلع القرن العشرين وأكمل النظرية الجرثومية لباستير.

تسبب الفيروسات العديد من أحطر أمراض الإنسان. ولغاية اكتشافها، كانت العلوم الطبية قد تعطلت في تطورها حيال معالجة هذه الأمراض البشرية. عندما اكتشف بيجرينيك الفيروسات، كان قد اكتشف نوعاً جديداً في الواقع الأمر، نوعاً من الصغر بحيث لا يستوعبه أي ميكروسكوب عادي إلا تلك الإلكترونية المقتدرة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف العالم الفرنسي لويس باستير الجراثيم (البكتيريا الممحورة) داعياً بأنها السبب وراء حالات المرض والتغفن. على أية حال، عجز باستير عن رؤية الكائن الدقيق (الجرثوم)

\* في الحقيقة، يعارض الكثيرون فكرة كون الفيروسات كائنات حية طالما أنها تفتقد للأالية الأيضية التي تؤهلها للعيش خارج الخلية المضيفة. ولكن بنظر البعض من يعرّفون للحياة على أنها «القابلية على نقل المخطط الوراثي إلى الأجيال اللاحقة»، فإن الفيروسات حية بالتأكيد. على كل حال، أنا مقتنع شخصياً بفكرة أن الفيروس يمتلك تعريف الحياة، أحد قدميه على جانب المعدنات الفوق جزيئية والقدم الآخر على جانب التركيب البيولوجي البسيطة - المترجم.

المسبب للداء الكلب rabies، رغم محاواته على مر أكثر من عقد من الزمان وحقق استسلامه عام 1885م. ألقى ذلك بظل من الشك والريبة على نظريته الجرثومية\*\*.

مرض آخر لم يُعثر له أحد على عامل مسبب كان مرض التبغ الفسيفسائي tobacco mosaic disease (والذي سُمي نسبة إلى تكون نمط فسيفسائي على أوراق النباتات الموبوءة). في عام 1892م، عهد عالم النبات الروسي ديمتري إيفانوفسكي Dmitri Ivanovsky على نفسه مهمة البحث عن هذا العامل المريب (كان العمل على مرض التبغ الفسيفسائي أكثر سلامة من العمل على داء الكلب القاتل). هرسر إيفانوفسكي الأوراق الموبوءة ومرر عصارها خلال العديد من المرشحات الورقية والسيراميكية. وكان معروفاًً هذه المرشحات أن تصطاد جميع الكائنات - حتى أصغر البكتيريا.

على كل حال، كان السائل المرشح من خلال هذه المجموعة من المرشحات لا يزال قادرًا على إصابة نباتات التبغ السليمة بالمرض الفسيفسائي، مما يدل على أن ايفانوفسكي لم يتخلص من العامل المسبب للمرض. فجرّب مواد مرشحة أخرى وطرقًا علاجية مختلفة وعمليات غسيل للأوراق والعصارة المستخلصة منها، ولكن بقيت نتائجه على حالها. مهما يكن ذاك الشيء الذي يسبب المرض، فإنه تخلص من مصادره ايفانوفسكي.

رفض ايفانوفسكي الاعتقاد بوجود أي كائن حي أصغر من البكتيريا وهذا فضل الاستنتاج بأن العيب في مرشحاته التي لا تستطيع فصل البكتيريا الصغيرة. مشتملاً من هذه النتائج، تخلص ايفانوفسكي عن كامل مشروعه.

في العام 1898م، قرر عالم النبات الهولندي مارتينوس بيجرينيك Martinus Beijerinick أن يجري حظه في حل لغز مرض البげ الفسيفسائي. فأعاد تجربة إيفانوفسكي وحصل النتيجة ذاتها. ولكن على خلاف سابقه، كان بيجرينيك على أتم الاستعداد لأفراض إثبات هذه التجربة بأن العامل المسبب هو جديد من نوعه ومحظوظ. شيء أصغر بكثير من البكتيريا، مما يفسّر عدم فصله ترجيحاً. اعترف بيجرينيك بأنه لم

\*\* معروف عن العالم الفرنسي الكبير لويس باستير (1822-1895م) أنه أول من صنع لقاحاً ضد داء الكلب، حيث جربه على 11 كلباً قبل تجربته على طفل عمره 9 سنوات يدعى جوزيف ميستيه فانقذه من براثن الموت. عمل هذا الشخص طوال حياته خادماً لمهد باستير، وعندما هنفط عليه الغزاة النازيون بإشهادهم إلى نفق باستير (حيث دُفن) عام 1940م، ففضل الانتحار على الخيانة بمنقذه وسيدة، فقتل نفسه وهو في الرابعة والستين (مكفيها بالخمسة والخمسين سنة التي وهبها له). باستير يفضل من ربه — المترجم.

يعرف شيئاً عن ماهية العامل المسبب لجهول، ولكنه دعا بياتات تجربته لوجوده وبأنه صغير للغاية، وأسماه *virus* أو الفيروس - وهي كلمة لاتينية تعني السم.

بينما بدا هذا الاكتشاف ذا متعة ذهنية لبعض العلماء، إلا أن القليل منهم اهتم بمعرض خاص بنباتات النبع. فخبر اكتشاف الفيروسات لاقى القليل من الانتباه من الوسط الطبي والعلمي.

في عام 1899م، أجرى العالم الألماني فريدريلك لوفلير Friedrich Loeffler تجربة foot-to-mouth disease على إدخالها بأن العامل المسبب لمرض القدم إلى الفم كان من الصغر بحيث يستحيل أن يكون من البكتيريا وبالتالي لا بد أن يكون فيروساً آخر. بعدها بعامين (1901م)، كان الجراح العسكري الأمريكي والتر ريد Walter Reed قد أضناه البحث عن سبب للحمى الصفراء yellow fever التي فتك بالعديد من جنود بلاده. وبعد تجاربه على هذا المرض المنقول عن طريق البعوض، وجد بأنه أيّاً كان السبب فإنه لا بد أن يكون من حجم الفيروس. نعم، السبب هو الفيروس بعينه.

أقمع هذا الاكتشاف الوسط العلمي بأن الفيروسات - 1/1000 من حجم أصغر البكتيريا - كانت السبب للعديد من آفات البشر وبالتالي يجب دراستها ومعالجتها بطريقة منفصلة عن البكتيريا. لقد اكتشف إيفانوفسكي وبيجرينيك \*\*\* الفيروسات، ولكن يعود الفضل إلى والتر ريد في تحشيد اهتمام ونشاط المجتمع الطبي والعلمي إلى هذا الميدان.

حقائق طريفة: ما هو الفيروس المرضي الأكثر شيوعاً؟ مجموعة الراينوفيروسات rhinoviruses أو «الفيروسات الأنفية»، والتي تتضمن 180 نوعاً على الأقل. تسبب الراينوفيروسات حالات الزكام (نزلات البرد) وتعتبر عالمية التواجد تقريباً، فتصيب كل فرد بالعالم عدا أولئك الذين يعيشون في المناطق المتجمدة للقاراء القطبية الجنوبيّة.



\*\*\* اكتشف بيجرينيك كذلك عملية ثبيت النيتروجين للنباتات (تحويل النيتروجين إلى أمونيوم بفعل البكتيريا في العقد الجندي بعض البقوليات) و ظاهرة اختزال الكبريت للبكتيريا (نوع من التنفس اللاهوائي). فهو لم يعلم على أمراض الإنسان فقط، وهو ما يفسر ربما خفوت شهرته قياساً بمعاصريه كوك و باستير - إضافة إلى شخصيته الاجتماعية المهزوزة و سلاطة لسانه على طلابه، إذ حظي بالقليل من المساعدين في مهنته ولم يتزوج أبداً إيماناً منه بتعارض الزواج و العلم و تقسيماً منه بنمط من الزهد و التفشك في الحياة - المترجم.

## الميتوكوندريا (بيوت الطاقة)

Mitochondria

سنة الاكتشاف 1898م

ما هي الاكتشاف؟ الأجزاء البالغة الأهمية لكل خلية والتي تُدعى بالطاقة  
وتحمل الـDNA الخاص بها  
من المكتشف؟ كارل بیندا Carl Benda

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر الميتوكوندريا مصانع طاقة صغيرة في كل خلية. فهي واحدة من التراكيب الصغيرة العديدة التي تطفو في السائل الخلوي (السايتوبلازم) والتي تسمى مجتمعةً بـ **العضيات**، ولكنها الأهم من بين جميع الأجزاء الخلوية الأخرى - إضافة إلى النواة.

من الغرابة أن للميتوكوندريا الـDNA الخاص بها. فأنت تعتمد عليها، وهي تعتمد عليك، ولكنها مع ذلك بطيئة كائنات حية منفصلة أثبتت بأنها ذات قيمة في تقصي التاريخ البشري وتطوره وكذلك في فهم العمل الخلوي. لقد شُكِّل اكتشافها عام 1898م انعطافاً هاماً في علم الأحياء المجهرى.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف الإنجليزي روبرت هووك Robert Hooke الخلايا عام 1665م عندما فتح ميكروسكوبه على شريحة رقيقة من الإسفنج. وكلما ازدادت الميكروскопات تطوراً وقدرةً تكبيرية، كلما ازداد كفاح العلماء في اكتشاف الخلايا بأنسجة نباتية وحيوانية أخرى.

على أية حال، وقفت المشاكل التقنية بوجه تقدّمهم في هذا المضمار. فكانت الميكروскопات الأكثر قدرةً تعاني من صعوبة أكبر في التركيز، حيث كانت تنتج تركيزاً حاداً على مناطق أصغر فأصغر، وهذا ما عُرف بـ «الخلل اللسوبي». في عام 1841م، ابتكرت ميكروскопات غير ملوئنة خففت كثيراً من هذه المشكلة.

كان من المفروض صيغ النماذج النسيجية مما يسمح بظهور الخلايا المنفصلة (وأجزائها) تحت الميكروскоп. ولكن المشكلة هذه المرة أن الصبغات كانت عادةً ما تقتل الخلايا وتحجب ذات الأجزاء الخلوية المراد فحصها. في العام 1871م، أوجد كامينو كوجلي

Camino Golgi طريقة جديدة للصباغة الخلوية اسمها «التفاعل الأسود». وأخيراً سمحت هذه الطريقة للعلماء فرصة التمتع بمشاهدة المحيط الداخلي الواقع خلف أسوار الخلية.

حظي الأرشندريةt فيليس فونتان Felice Fontant بمشاهدة نواة خلية من الجلد عام 1781م. وكان الاسكتلندي روبرت براون Robert Brown أول من استعمل لفظة *nucleus* أو «النواة»، كما يعتبر أول من اكتشف بأن النواة هي جزء أساسي من الخلايا الحية وذلك من خلال دراسته لنبات السحلب. وفي العام 1891م، اكتشف فلهيلم فالدير Wilhelm Waldeyer الخلايا العصبية.

بحلول عام 1895م، كان العديد من الباحثين قد تابعوا الخلايا أثناء انقسامها تحت ميكروسكوباتهم ولاحظوا وجود عدد من التراكيب الصغيرة (أسموها العضيات) داخل كل خلية.

وكان من بين هؤلاء الباحثين رجل من مواليد عام 1857م بجنوب ألمانيا، يدعى كارل بیندا Carl Benda. ومنذ ريعان شبابه، تعلق بیندا بالعالم المجهرى وكان من أوائل من أطلقوا على أنفسهم لقب *microbiologist* «مايكروبایولوجي» أو مختص بالأحياء المجهرية، متخدنا من دراسة العالم المجهرى مسلكاً حياته العملية والعلمية. كان التحديق إلى داخل الخلية الحية متعمدة دونها كل المتع بالنسبة لبیندا.

اتضح عام 1898م بأن السايتو بلازم الخلوي (الجزء الداخلي السائل للخلية) ليس بسائل بسيط متتجانس، بل كانت هناك تراكيب صغيرة تطفو عليه وتعمل أشياء غير مفهومة أبداً.

خلال تجربة له عام 1898م، استطاع بیندا أن يحصل على مئات من التراكيب الصغيرة في السايتو بلازم خلال غشاء خلية ما. اعتقاد بیندا أنها لا بد أن تكون أعمدة صغيرة تعمل على الحفاظ على شكل الخلية، فأطلق عليها اسم *mitochondria* أو «المایتوکوندريا»، وهي كلمة إغريقية تعني «خيوط غضروفية». لا هو ولا غيره من علماء زمانه أعطى المایتوكوندريا أي اهتمام يذكر عدا أنها كانت متواجدة وبأنها كانت جزءاً من التركيب الداخلي للخلية.

بحلول عام 1910م، كان العلماء أكثر قدرة على استرقة النظر من خلال الجدران الخلوية ومتابعة الخلايا الحية أثناء عملها. توقع العديد من العلماء بأن المایتوكوندريا كانت

قد الخلية بالطاقة. وفي عام 1920، أثبت العلماء بأن المايتوكوندриا هي فعلاً بثابة مصانع طاقة توفر أكثر من 90% من إجمالي الحاجة الطافية للخلية.

في عام 1963م، تبين بأن المايتوكوندريا تمتلك **DNA** الخاص بها (يُسمى **mDNA**)، والذي يُعد اكتشافاً هائلاً رقميًّا بالمايتوكوندريا إلى مصاف أهم أجزاء الخلية الحية. فهو يعني بأننا نتشارك في الواقع مع مستعمرات من الحشرات الصغيرة! في وقت ما من الزمن الغابر، عقدت كائنات المايتوكوندريا الدقيقة عقداً مع الخلايا الأكبر، ودفعت بالطاقة جزءية مقابل حياتها. لقد تحركت المايتوكوندريا إلى الداخل، ولكن احتفظت بالـDNA الخاص بها، مما جعل من هذه التراكيب الثانوية الصغيرة فريدة من نوعها بين جميع عناصر الجسم الحي ومادة دسمة للبحوث المستمرة.

ولكن تبقى البداية مع بیندا - رغم أنه لم يمتلك أدنى فكرة عن الأهمية القصوى التي يحملها اكتشافه بين طياته.

**حقائق طريفة:** تدعى المايتوكوندريا «بيوت طاقة الخلية»، حيث يتم فيها إنتاج جميع طاقة الخلية - بما في ذلك الطاقة التي تحتاجها لرف عينيك، أو يحتاجه قليلاً للخفقان، أو تحتاجها لأداء مهام مذهلة كالقيام بسباق سري لصعود 104 طابقاً من بنية الامباير ستايت، والذي تحمل رقمه القياسي بليندا سوسزين Belinda Soszyn (من استراليا) عام 1996م بزمن قدره 12 دقيقة و19 ثانية. تصور كم من الطاقة كانت على المايتوكوندريا المسكينة لهذه المسابقة إنتاجها!



\* كثيراً ما كنت أتعجب من ردة فعل بعض لاعبي كرة القدم عند إضاعتهم لركلة ترجيحية في مباراة هامة، إلى أن حصلت معي القصة التالية: لا زلت أذكركم من النشوة والفرحة غمرني وأنا لا أزال طالباً في ثالث سنوات دراستي للطب عندما اعتقدت أنني توصلت إلى ارتباط ما بين المايتوكوندريا والبكتيريا. وأنذكر جيداً كيف بدأ الأمر مع ذكر أستاذة المايكروبولوجي لحجم البكتيريا (0.2-0.5 ميكرون) فتذكرت أنني قرأت ذات الحجم للمايتوكوندريا في السنة الأولى، وتعجبت من هذه المصادفة. بعدها، و مع استمرار الحاضرات الواحدة تلو الأخرى، بدأت تجتمع لدى معلومات أخرى متطابقة بين الاثنين - مثلاً الغشاء المزدوج لكليهما، الطيات الداخلية لغشاءهما الداخلي، احتواهما على **DNA** و **الرايبوسومات**، قيامهما بعملية الفسفرة المؤكسدة. إن من الخصائص المشتركة التي بلغت تسعًا - إن لم تخنني الذاكرة. المهم، لم تدم فرحي طويلاً، و تحولت إلى حسرة لا تخلو من طرافة، و ذلك عندما علمت بأن هذه الفكرة قد سقني إليها آخرون دون أن علم بذلك (أقصد أنا وأستاذني التي تعجبت هي الأخرى من هذه المقارنة التي أقمتها) و نحن نعيش في العراق الحاصل. من يومها أحست بشعور إضاعة ركلة ترجيحية في مباراة لكرة القدم، بل لا أزالأشعر به و أنا أحتفظ بهذه العبارات التي أكتبها الآن بتأمل أكلتها الحسرا! - المترجم.

## النشاط الإشعاعي

### Radioactivity

سنة الاكتشاف 1901م

ما هذا الاكتشاف؟ ليست الذرات بكرات صلدة وأصغر دقائق مكثفة  
للمادة، بل تحوي بداخلها عدداً من جسيمات أصغر  
من المكتشف؟ ماري كوري Marie Curie

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تصدر نبا اكتشاف مدام كوري لعنصرتين ذوي نشاط إشعاعي طبيعي، البولونيوم والراديوم، عناوين أخبار العالم. لكن اكتشافها الحقيقي يمكن في إثباتها بأن الذرات ليست بكرات صلدة صغيرة وبأنها لا بد تحوي جسيمات أصغر بداخلها. لقد فتح هذا الاكتشاف الباب على مصراعيه أمام جميع البحوث الذرية والدون ذرية بل حتى لانشقاق النزرة بعد ذلك.

أنجزت كوري تجاربها على العناصر المشعة قبل فهم العالم لمخاطر الإشعاع النووي. فعانت اعتلالاً في صحتها (مرض الإشعاع) لمعظم حيّاتها، وظلت دفاتر ملاحظتها نشطة نشطاً إشعاعياً عالياً حتى بعد موتها بسنوات.

تصنف دراسات ماري كوري كواحدة من الانعطافات الكبيرة في مسار العلم. فالفيزياء بعد كوري مختلفة تماماً عن فيزياء ما قبلها وهي ترتكز على خبايا العالم دون ذري المجهول. لقد حطمت ماري كوري باباً يخترق صميم الذرة، قاد بعد ذلك إلى معظم التطورات العظمى التي شهدتها فيزياء القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1896م، قررت ماري كوري Marie Curie أن تكمل أطروحتها للدكتوراه في حقل جديد من نوعه تماماً: الإشعاع. لقد أمتعتها دراسة شيء لم يره أو يدرس أحد من قبل. جُلُّ ما كان يعرفه العلماء آنذاك وجود وايل من إشعاع مشحون كهربائياً في الهواء حول مادة اليورانيوم، لا أكثر ولا أقل. استعملت ماري جهازاً ابتكره زوجها البروفيسور بيير كوري Pierre Curie لتقصي الشحنات الكهربائية حول النماذج المعدنية، فأطلقت

على هذه العملية بالنشاط الإشعاعي مستنيرة بأن هذا النشاط الإشعاعي منبعث من داخل ذرة اليورانيوم.

و نظراً لأن الزوجين لم يمتلكا مالاً كافياً للصرف على بحثها، وفي وقت رفضت فيه الجامعة تمويلها، اضطررت ماري للاستجدة في سبيل الحصول عن مكان مجاني لإجراء اختباراها. فعثرت أخيراً على كوخ مهجور كان قد استعمله فرع الأحياء لجمع جثث وحيف الحيوانات. لقد كان المكان شديد الحرارة صيفاً، قارس البرودة شتاءً، مع قلة من المناضد والمقاعد الخشبية وموقد صدئ قديم.

في عام 1898م، منحت ماري معدناً خاماً غريباً لليورانيوم يدعى بيتشبليند pitchblende، أظهرت تجاربها أنه يبعث من النشاط الإشعاعي أكثر من كمية اليورانيوم المتوقع احتواوها. فاستنتجت ماري وجود مادة أخرى ضمن تركيب البيتشبليند تعطي الإشعاع الزائد هذا. بدأت العمل بـ 3,5 أونصاً منه، مستهدفة إزالة جميع المعادن المعروفة بحيث يكون كل ما يتبقى بالنهاية هو هذا العنصر الجديد النشط إشعاعياً. فقامت بطحن المادة الخامسة بمطرقة الهالون، أمررها من خلال منخل، أذابتها في الحامض، غلت السائل، ورشحته، قطّرته ثم حلّنته كهربائياً.

على مر الأشهر الستة اللاحقة، قامت ماري وزوجها ببير بفصل وفحص جميع العناصر الثمانية والسبعين المعروفة ليتحقققا فيما لو كانت هذه الإشعاعات الغريبة متقدمة من أي عصر آخر عدا اليورانيوم، فقضيا معظم وقتهم في التوصل للحصول على غاذج صغيرة من العناصر العديدة التي لم يقويا على شرائها. وبشكل غريب، كلما كانت ماري تزيل عدداً أكبراً من العناصر المعروفة، كلما كان المتبقى من المادة الخامسة يصبح أنشط إشعاعياً من السابق.

ما كان يقتضي أسابيع لإنجازه، دام شهوراً طوالاً نظراً لظروف العمل الكثيبة لهذين الزوجين الفقيرين. وفي مارس 1901م، استسلم البيتشبليند أخيراً وباح بجميع أسراره. لم تتعثر ماري على واحد بل اثنين من العناصر المشعة الجديدة: البولونيوم (أسمته ماري تيمناً باسم بلدتها الأصلي بولندا) \* والراديوم (سمى كذلك لأنه كان أكثر عنصر نشط إشعاعياً يتم اكتشافه). فقد حضرت ماري ثوذاً صغيراً من ملح الراديوم النقى وزنه 0,0035

\* وذلك في بادرة وطيبة منها تجاه بلدنا آنذاك بين روسيا وبروسيا والنمسا - المترجم.

أونصا - أقل من وزن رقيقة بطاطس - ولكنه كان يفوق اليورانيوم نشاطاً إشعاعياً بعشرات الآلاف !

نظرأً لعدم اكتشاف مخاطر الإشعاع حينذاك، عانى كل من ماري وبيير مشاكل صحية كثيرة: أوجاع وآلام مختلفة، تقرحات على اليدين، إعياء مزمن، نوبات مستمرة من أمراض خطيرة كالالتهاب الرئوي، إلى أن لاقت ماري حفتها مقتولة بالإشعاع الذي وهبت جسمها لدراسته، وذلك عام 1934م\*\*.

حقائق طريفة: شُكِّل عدد النساء الحائزات على جائزة نوبل 34 فقط من أصل 723 جائزة منحت لحد عام 2005م. لم تحظ ماري كوري بشرف كونها أول امرأة تحصل على جائزة نوبل فقط، بل وتعد من بين أربعة أشخاص فقط حازوا عليها مرتين\*\*\*.



---

\*\* تخلف حياة مدام كوري بسماذج أخرى من التضحية، ففي وقت لم تقدر هي وزوجها على الذهاب فيه إلى السويد لاستلام جائزة نوبل عام 1903م، فلأنهما تقاسما المكافأة المادية بعد ذلك مع المحتاجين من معارفهما، وخصوصاً الطلبة منهم - المترجم.

\*\*\* يستمر مسلسل إحصائيات نوبل مع مدام كوري: فهي الشخص الوحيد الحائز عليه في فرعين من فروع العلم (الفيزياء 1903م، الكيمياء 1911م)، وأول اثنين حازا عليه في حقول مختلفين. حاز زوجها وابنته وصهرها على النوبل جميعاً (لاقت ابنتها نفس مصرها و من اليورانيوم بالذات) - المترجم.

## طبقات الغلاف الجوي

### Atmospheric Layers

سنة الاكتشاف 1902م

ما هذا الاكتشاف؟ يمتلك الغلاف الجوي للأرض طبقات متمايزة من الهواء، كل طبقة منها تفرد بدرجات حرارتها، كثافتها، رطوبتها، وغيرها من الخصائص

من المكتشف؟ ليون فيليب تيسيرن دي بور Leon Philippe Teisserenc de Bort

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

ما الذي يمكنه أن يكون أكثر أساسية لفهم كوكب الأرض من معرفة ما يقع بين سطح الأرض ومركزه، أو بين سطحه والفضاء الخارجي؟ ومع ذلك بزغ فجر القرن العشرين على العلم وهو لا يمتلك أدنى فكرة عما كان عليه الغلاف الجوي بأكثر من مليوني ميلين فوت فوق سطح الأرض.

كان تيسيرن دي بور أول من وسع مدارك العلم ليستوعب الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض. فقد أمدنا اكتشافه بأول صورة دقيقة لغلافنا الجوي وأرسى أسس فهمنا للظواهر الجوية (العواصف، الرياح، السحب... الخ). كما كان تيسيرن دي بور أول من يأخذ بأدوات علمية إلى أعلى الجو.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

من مواليد باريس عام 1855م، عُيِّن ليون فيليب تيسيرن دي بور Leon Philippe Teisserenc de Bort رئيساً للمركز الإداري للدراسات الأرصاد الجوية الوطنية في باريس وهو بعمر الثلاثين. هناك، أصابته خيبة أمل لاعتقاده بأن عجز العلم عن فهم وتوقع الطقس ناجم عن قلة معرفة بالجو لأكثر من ثلاثة أو أربع كيلومترات فوق سطح الأرض.

بالطبع، كانت الرحلات المنطادية الجوية (المملوئة بالهواء الحار والغاز) التي قام بها البعض، قد حلت أجهزة إلى الجو لدراسته. ولكنها لم تخاطر قط بالصعود لمستوى أعلى من

أربع أو خمس كيلومترات يالجو، طالما تفتقد هذه المناطق للأوكسجين الكافي لتنفس رواد هذه المناطيد.

في عام 1895م، تخلى تيسيرين دي بور عن منصبه مكرّساً جل وقته لتطوير مناطيد غازية عالية الانطلاق وبدون رواد البشر، وذلك في قصره بفيرسيل (في ضواحي مدينة باريس). على مر السنوات الخمسة اللاحقة، صمم تيسيرين دي بور علبة من الأدوات موضوعة في سلة مصنوعة من أغصان الأشجار اللدننة لتغطير بها مناطيده. كانت مجموعة من المخارير والمضايقي قد رُبطت إلى أجهزة قياس بحيث يحصل صاحبها على قياسات مدونة للظروف الجوية العليا حالما يعود المنطاد إلى الأرض. كما صمم نظام إطلاق ومظلة حمل السلة بعد إطلاقها من المنطاد الطائر وذلك بغرض إنزال علبة أدواته برفق نحو الأسفل.

وجد تيسيرين دي بور بأن اقتداء السلة والمظلة أكثر صعوبة مما تخيله للوهلة الأولى، حق بعد الاستعانة بتلسكوب، فقد اقتضت كل رحلة للمنطاد تدافعاً مجنوناً عبر الريف للإبقاء بالعلبة الماءطة ضمن مستوى النظر. ومع هذا لم يعثر على بعض هذه العلب قط، فقد غاصت بعضها في الأنهار والبحيرات، وتحطم أخرى بعد فشل عمل مظلاتها.

استمر تيسيرين دي بور بالمواظبة على عمله - وندهش من هول ما اكتشف. كانت درجات حرارة الجو تختفي بمعدل ثابت مقداره 6,5 درجة سيليزية لكل كيلومتر من العلو (19 درجة فهرنهايت لكل ميل)، وقد كان هذا الانخفاض متوقعاً.

حدث ما لم يكن في الحسبان على علو حوالي 11 كم (7 ميل، أو قرابة 37000 قدم)، حيث توقفت الحرارة كلياً عن الانخفاض وحافظت على مستوى مقداره -53 درجة سيليزية لعلو فاق 48000 قدم (و هو العلو الذي كان يقدور مناطيد تيسيرين دي بور بلوغه).

لم يستوعب تيسيرين دي بور فكرة أن تكون الحرارة قادرة على التوقف عن الهبوط، فتوقع بأن تكون أدواته قد صعدت إلى علو تدفـي فيه حرارة الشمس المحرـار لتعوض بذلك عن الهبوط المستمر لحرارة الجو. ومن هنا عزم على إطلاق مناطيده أثـاء الليل تلافياً لاحتمالية التسخين الشمسي هذه - رغم صعوبة اقتداء نزول المظلة. فكـررت نتائجه حتى في الليل، وبقيت الحرارة ثابتة فوق مستوى 11 كم.

بعد إجراء 234 تجربة، سلم تيسيرين دي بور بدقة نتائجه وبوجود طبقتين منفصلتين من الغلاف الجوي. وبالقرب من سطح الأرض، تقع طبقة سفلـى بسمك 11 كم تحدث فيها

التغيرات الحرارية المسؤولة عن حدوث التيارات والرياح والغيوم والطقس، وفوقها طبقة أخرى تتمتع بدرجة حرارية ثابتة تسمح باستقرار الهواء ضمن طبقات هادئة مرتبة.

أطلق دي بور على الطبقة السفلية اسم *troposphere* أو «التروبوسفير» المشتق من كلمات إغريقية تعني «كرة التغير»، وعلى الطبقة العليا اسم *stratosphere* أو «الستراتوسفير»<sup>\*</sup> المشتق كذلك من كلمات إغريقية تعني «كرة الطبقات». لا يزال هذا الاكتشاف لتيسيرين دي بور أساس فهمنا للغلاف الجوي.

حقائق طريفة، يدرك العلماء الآن بأن الغلاف الجوي يتالف من طبقات عدّة، ولكن تبقى التروبوسفير الطبقة التي يقع في نطاقها طقس العالم أجمع.



\* الستراتوسفير هي الطبقة الحاوية على الأوزون  $O_3$  (10-50 كم عن سطح الأرض)، الذي يعمل على امتصاص 93-99% من الأشعة فوق البنفسجية المضرة بالحياة — المترجم.

## الهرمونات

Hormones

سنة الاكتشاف 1902 م

ما هذا الاكتشاف؟ المراسلات الكيميائية التي تسبب فعلاً (تأثيراً) في مختلف أعضاء الجسم من المكتشف؟ وليام بايليس William Bayliss وروبرت ستارلنج Ernst Starling

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

مع بزوغ فجر القرن العشرين، اعتقاد العلماء بأن جميع إشارات السيطرة في جسم الإنسان كانت ترسل كهربائياً على امتداد الألياف العصبية. ثم اكتشف بايليس وستارلنج وجود مراسلات كيميائية - تُدعى الهرمونات - وكذلك إشارات كهربائية تحت أعضاء الجسم على أداء مهامها. فافتتح هذا الاكتشاف المذهل حقولاً واسعاً من علم الطب: علم الغدد الصماء endocrinology، وأحدث ثورة في الفسلجة حتى عدّ واحداً من أعظم الاكتشافات المتعلقة بجسم الإنسان في كل زمان.

فور اكتشافها وإنجاحها تجاريًّا، استُقبلت هذه الهرمونات بالحفاوة والتكرير باعتبارها الأدوية المعجزة التي أصبحت متناول وصول الناس في الأسواق. كان الأدرينالين (أول الهرمونات المكتشفة) بمثابة أول «قبيلة» دوائية في القرن العشرين، فتبعه هرمونات أخرى على الفور.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

حظي بايليس وستارلنج بشرف اكتشاف الهرمونات. ولكن علينا ألا ندخل بعض من هذا الشرف على أولئك الذي سبقوهما ببضعة سنين، من اكتشفوا فعلاً أول هرمون - رغم أنهم لم يدركوا المغزى الحقيقي لاكتشافهم.

خلال سلسلة طويلة من التجارب الحيوانية عام 1894م، أظهر عالم الفسلجة البريطاني إدوارد ألبرت شاري-شافر Edward Albert Sharpey-Schafer بأن السائل المستنبط من الغدة الكظرية يؤدي إلى رفع الضغط في حال حقنه داخل التيار الدموي

للحيوان. فظن أنها مجرد نتيجة ممتعة دون أن تجدي بأيةفائدة عملية. وبعدها في عام 1898م، أدرك عالم الأدوية الأمريكي جون أبيل John Abel القيمة الطبية هذه المادة ودرس منشأها وتركيبها الكيميائي، فتخرج في فصل المادة الكيميائية الأساسية من هذا السائل وأسماها *epinephrine* أو «إيبينفرين» - وهي كلمة مشتقة من اللغة الإغريقية بمعنى « فوق الكلية »، دلالة على موقع الغدة الكظرية.

بعدها بعامين، نصب رجل الأعمال والكيميائي الياباني جوكيشي تاكاميي Jokichi Takamine مختبراً في نيويورك لعمل نسخة اصطناعية عن الإيبينفرين في صيغة بلورية نقية يمكن إنتاجها تجاريًا. فتخرج في مسعاه عام 1901م، وأسماها *adrenalin* أو «أدرينالين» دلالة على منشأ المادة الطبيعية الأصلية من الغدة الأدرينالية (الكظرية).

بينما أيقن تاكاميي القيمة التجارية لمتروجه (و حصل على براءة اختراع التسمية وطريقة التحضير)، لكن فاته المغرى البيولوجي لإيجاد مادة كيميائية تنتقل خلال مجرى الدم لإيصال رسالة تعديل لعضو ما.

في عام 1902م، بدأ أستاذان وباحثان طبيان من جامعة كلية لندن بدراسة العصارات الهضمية. كان أولهما في الأربعين من عمره يدعى ويليام بايليس William Bayliss، أما زميله فلم يكن سوى نسيبه البالغ من العمر أربعة وثلاثين عاماً والمدعو إرنست ستارلنج Ernest Starling.

كان علماء الطب على علم بأن البنكرياس يقوم بإفراز عصارة هضمية ريشما ينتقل الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة. ولكن كيف علم البنكرياس بوجوب إفرازه للعصارة بذلك التوقيت؟ افترض الجميع وجود إيعاز كهربائي مرسل بطريقة ما عبر الخلايا العصبية. فقرر بايليس وستارلنج وضع هذه النظرية موضع الاختبار.

قام الاثنين بقطع الأعصاب المؤدية إلى البنكرياس لكلب مختبرى. ولكن استمر البنكرياس في تغليل أداءه ملتزماً بذاتها النص. و بتمحیص أكثر في الدراسة، وجداً بأن بطانية الأمعاء الدقيقة للكلب قد أفرزت مادة سائلة فور وصول الحامض المعدي إليها. فانتقل هذا السائل (أو ما أسماه *secretin* «السكريتين») خلال مجرى الدم إلى البنكرياس وأوعز له بذلك الأداء المتقن.

خلافاً لتأكيمي، أدرك بايليس وستارلنغ بأن هذه كانت بمثابة أول حالة موثقة لإشارة ترسل كيميائياً خلال الجسم بدلاً عن إرسالها كهربائياً على امتداد الألياف العصبية. وصرحاً بمخلاطتها هذه، فكانت محل ابتهاج واستغراب المجتمع العلمي على حد سواء.

تoccus بايليس وجود العديد من المراسلات الكيميائية الأخرى سيتم العثور عليها في المستقبل. ولدى قراءته لتقرير عن عمل تاكامي، أدرك بايليس أن الأخير قد اكتشف لتوه عضواً آخر من مجموعة المراسلات الكيميائية من خلال عزله للأدرينالين.

في عام 1905، ابتكر ستارلنغ<sup>\*</sup> لفظة *hormones* أو «هورمونات» لوصف هذه المجموعة المتامية من المراسلات الكيميائية، وذلك اشتقاقةً عن الكلمة إغريقية تعني «أن تثير نشاط ما». فكان ثالث هورمون يُكتشف هو *cortisone* «الكورتيزون» وذلك عام 1935 من قبل الباحيوكيميائي الأمريكي إدوارد كالفن Edward Calvin. أما الآن، فهناك حوالي 30 هورموناً مُكتشفاً يقوم بتسريع مختلف الإيعازات خلال الجسم - و التي مهما أفضنا في ذكر فوائدها، لن نصل حد المبالغة.

  
حقائق طريفة؛ روبرت إيرل هيوز Robert Earl Hughes، الرجل الأضخم في العالم، كان يزن 484 كغم (1067 رطل) عند وفاته عام 1958م. بعد سنوات من وفاته هذه، اكتشف العلماء أنه كان يعاني نقصاً في هورمون التايدروكسين. فبدون هذا الهرمون الحيوي، لم يقدر جسمه على حرق الطعام الذي كان يتناوله، فاستمر بخزنه على شكل دهون.

---

\* إن هذا العالم مشاركات أخرى مهمة في الطب، منها: اكتشاف الحركة الدودية للأمعاء (مع بايليس)، وظيفة القنوات الكلوية البعيدة في امتصاص الماء والسوائل، معادلة معروفة باسمه لوصف حركات السوائل داخل الجسم، و قانوناً معروفاً باسمه يوضح عمل القلب - المترجم.

$$E = mc^2$$

سنة الاكتشاف 1905م

ما هذا الاكتشاف؟ أول علاقة مثبتة بين المادة والطاقة

من المكتشفAlbert Einstein

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طوال التاريخ، كانت المادة مادة والطاقة طاقة، فالاثنان كانتا بمثابة مفهومين مختلفين لا علاقة لهما ببعضهما البعض. ثم جاء آينشتاين ليثبت العلاقة بين المادة والطاقة بوضعه للمعادلة الأشهر في تاريخ البشرية،  $E = mc^2$  (تليها شهرة نظرية فيشاغورس للمثلث القائم الزاوية،  $c^2 = a^2 + b^2$ ).

عرفت نظرية آينشتاين، لأول مرة، العلاقة الكمية بين المادة والطاقة، وعند بأن هذين الجانين من الكون والذين لطالما اعتبرا منفصلين كانوا في الواقع قابلين للتبادل بعض أو بمثابة وجهين لعملة واحدة.

لقد غيرت هذه المعادلة لوحدها من مسار البحث الفيزيائي، جعلت من حساب مايكلسون لسرعة الضوء (1928م) أمراً بالغ الأهمية، وقدرت مباشرة إلى تطوير القبلة الذرية والطاقة النووية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1903م، حصل ألبرت آينشتاين Albert Einstein، البالغ من العمر أربعة وعشرين عاماً، على وظيفة كاتب تسجيل لصالح مكتب تسجيل براءات الاختراع السويسري. كان جل عمله يقضي بالتحقيق في الصحة التقنية لطلبات التسجيل. ورغم أنه طالما حلم وسعى وراء وظيفة في الحقل العلمي، إلا أنه فشل فشلاً ذريعاً في التوغل إلى ذلك العالم. فقد رسب في دراسته الثانوية وحرم من التدريس فائتاً.

كان آينشتاين متزوجاً وقتذاك بصديقه أيام الدراسة الثانوية، وبعيش كرجل بيروقراطي من الطبقة الفقيرة بالكاد يقتات رزقه في مدينة برن بسويسرا. وكان كل شيء يدل على أنه سيقضي باقي حياته على تلك الحال.

رغم إبعاده عن التعليم الرسمي، إلا أن ذلك لم يمنع آينشتاين من أن يكون رياضياً وفزيائياً هاوياً وشغوفاً، يقضي معظم أوقات فراغه تقريراً في التدبر والتفكير بالألفاظ والسائل العظيمة التي كانت تواجه فيزيائي زمانه.

برع آينشتاين فيما أسماه التجارب الذهنية، التي بحث من خلالها عن صور ذهنية خلابة يامكأنها تسلط الضوء على المسائل الفيزيائية المعقدة، وإضفاء منظور جديد عليها. ثم بدأ بتطبيق الطرق الرياضية التي كان ضليعاً بها لشرح هذه الصور وفهم تطبيقها في الفيزياء.

في العام 1904م، كان آينشتاين يحاول توسيع نطاق فيزياء عصره بالتركيز على العلاقات بين الضوء والفراغ والوقت. وعُنِّقَ من إظهار أن الضوء موجود على شكل موجات ودفائق (جسيمات) على حد سواء\*. (نطلق على دقة واحدة أو كم واحد من الضوء بالفوتون).

قاد هذا العمل آينشتاين إلى مبدئه الثوري للنسبية، فتوصل إلى عدد من النتائج المذهلة من خلال الحسابات الرياضية التي وصفت هذا المبدأ. الوقت من اللدانة كما هو الفراغ (المكان)، يتبايناً كلما أسرع الجسم، والأجسام بدورها تزداد كتلة كلما اقتربت في سرعتها من سرعة الضوء. أرسست النظرية النسبية لأينشتاين ارتباطاً مباشراً بين الفراغ (المكان) والوقت (الزمان) وأظهرت بأن كليهما يعوج ويتشوه حول الأجسام الثقيلة (كالنجوم مثلاً)، وبأن قياسهما يمكن فقط من مفهوم نسبي وليس مطلقاً.

من هذا الأساس النظري البحث، استمر آينشتاين بتطوره الرياضي وأظهر بأن الجسم كلما اقترب من سرعة الضوء، كلما ازداد طوله، ازدادت كتلته، وتبايناً الزمن. (وقد تم تأكيد هذا المبدأ لاحقاً باستخدام ساعة دقيقة محمولة على طائرات نفاثة عالية السرعة)

فإذا كانت المادة تتغير بازدياد سرعتها، فإنها لا بد أن تكون ذات علاقة ما بالطاقة. وأدرك آينشتاين بأن نظريته النسبية تدل على أن المادة هي نوع عالي التركيز من الطاقة، وتوقع بأنه قادر على استنتاج علاقة رياضية بينهما.

علم آينشتاين بأن هذا المفهوم الثوري ينافق المفهومين المشهورين والمقبولين بمخالفتهما لحفظ الكتلة (لافوازيه، 1789م) وحفظ الطاقة (هيملولتز، 1847م). كان آينشتاين يقول ببساطة أن عملاقي العلوم هذين مخطئان، فلا الطاقة ولا الكتلة كانت مستقلة الحفظ عن

\* لي Finch بذلك نزاعاً طال أمده بين أنصار النظرية الدقائقية لبيتون ونظرية الموجة الكهرومغناطيسية لماكسويل، و ذلك من خلاله إبانه للطبعية المزدوجة للضوء - المترجم.

الأخرى، ولكن مجتمعين، فإن الطاقة الكلية لهذه المنظومة الطافية – الكتلة يجب أن تظل ثابتة.

أظهر آينشتاين بأن معاذلة الطاقة – الكتلة التي أشتقها ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ ) كطبيعة سكر تغطي سطح كعكته من النظرية النسبية. فنشر مقالة عنها وكأنما فكرة ملحة بنظريته النسبية وناجحة عنها. بالنسبة لصاحبها، كانت هذه المعاذلة قم فقط من وجهة نظر فيزيائية وعلمية لا غير، أو كطريقة لبيان العلاقة المتبادلة بين الكتلة والطاقة. لم يعتقد بأنما كانت مهمة بالذات.

أما الآخرون، بطبيعة الحال، فقد استوعبا بسرعة تطبيقات معاذلة آينشتاين لتصميم الأسلحة وإنتاج الطاقة النووية. «العالم» قال ألدوس هوكسلي \*\* Aldous Huxley وهو يراجع فيزياء آينشتاين «ليس فقط أغرب مما نتصور، بل أغرب مما يمكن أن تصور» \*\*\*.

حقائق طريفة، تخبرنا المعاذلة المشهورة لأينشتاين كم من الطاقة موجود بالضبط في أي جسم (أو كتلة) كان. مهما يكن من أمر، فإن تفاعلاً واحداً فقط بإمكانه تحرير كل هذه الطاقة: الاصطدام المادي – الضد مادي، الحصول المضبوط الوحيد للمادة إلى الطاقة في الكون.



---

\*\* الكاتب الإنجليزي المعروف (1894-1963م)، صاحب الرواية الشهيرة (العالم الجديد الشجاع Brave New World)، التي تحدث فيها عن حالة من «اليوتوبيا» سيشهدها النصف الأخير من القرن العشرين - المترجم.

\*\*\* لعل من غرائب هذه المعاذلة ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ )، أن الطاقة المتضمنة في كتلة كغم واحد يمكن أن تشغل مصباحاً كهربائياً بقدرة مائة واط لثلاثين مليون سنة و تحرك سيارة لمائة ألف عام، وأن شمس اليوم – نقل كتلة عن شمس الأمس، فهي كل ثانية تحول أربعة ملايين طن من كتلة الشمس إلى طاقة – المترجم.

## النسبية

### Relativity

سنة الاكتشاف 1905م

ما هي الاكتشاف؟ نظرية آينشتاين بأن المكان والزمان مندمجان للكون ببيان الكون والذي يعوج ويتشوه بفعل الجاذبية  
من المكتشف؟ ألبرت آينشتاين Albert Einstein

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يُعد ألبرت آينشتاين واحداً من ثلاثة أو أربعة علماء فقط في التاريخ من غيرروا الطرق الأساسية التي ينظر بها البشر للكون. فقد غيرت النظرية النسبية لأينشتاين لب افتراضات الجنس البشري حول طبيعة الكون وموقع الأرض والبشر فيه.

التطورات التي شهدتها القرن العشرون في المجالات التكنولوجية والعلمية والرياضية تدين بتأسيسها لهذا العالم المتواضع بشكل عميق وجوهري. لقد لامس حياناً ربما أكثر من أي عالم آخر في التاريخ. ولكن طيلة السنتين الستة والعشرين الأولى من حياته، لم يفكِر أحد بأن لديه أية فرصة في دخول عالم العلم على الإطلاق.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ناشأنا في مدينة ميونيخ بألمانيا، لم تبدأ على ألبرت آينشتاين أية إمارات العقارية. فقد وُصف بالطفل البليد الذي لا يجيد اللعب مع الأطفال الآخرين. أما معلمون قواعد اللغة فقد دعواه بالمشوش والمزعج. كانت النتيجة أن طرد آينشتاين من المدرسة بسن السادسة عشرة. فشجعه والده أن يقدم للدخول في معهد التقنيات المتعددة بمدينة زيورخ السويسرية، وأن يتعلم صنعة أو تجارة يساعدها فيها على إعالة أسرته. لكنه فشل في اختبار الدخول.

وأخيراً تأثر مدير مدرسة بقبليات آينشتاين الحسابية ورئب له لإفادة دراسته الثانوية على مقربة من مدينة آرو السويسرية. وبعمر السابعة عشرة، انتقل ألبرت إلى مدينة زيوريخ.

هناك أظهر بعض الفائدة في مواضيع الحساب والعلوم، ولكن تراكمت عليه العديد من التقارير والعقوبات التأديبية. فلقد كان حراً بآرائه دون أن يهمه كونها مؤذية أو مغيرة أم لا، فحصد عليها تقديرات سيئة من أساتذته، حتى أن أحدهم أسماه «الكلب الكسول».

كان آينشتاين يأمل أن يعمل في سلك التدريس، ولكن لم تسعفه درجاته وتقديراته. أصحاب الاشتراز فترك العلم وراءه وبده بامتهان وظائف غربية لإعالة نفسه. وفي العام 1902م، حظي بوظيفة كاتب في دائرة تسجيل براءات الاختراع السويسرية مهمته التحقيق في الصحة التقنية لطلبات التسجيل، فبدت له جميع الأبواب المؤدية إلى السلك العلمي موصدة بوجهه.

كان أثناء ركوبه لعربة في مدينة برن السويسرية في يوم من أيام ربيع عام 1904م عندما ومضت الصورة لأول مرة في مخيلة ألبرت آينشتاين. كانت الصورة لرجل يركب مصدعاً يهبط من ارتفاع كبير. فأدرك آينشتاين لفوره بأنه يمكن لصورة هذه «التجربة الذهنية» أن تنهي بمسألة طالما قضتُ مضمونه (أسوة بغيره من العلماء) لسنوات عديدة.

علم آينشتاين بأن الرجل الذي في المصعد لم يكن يعرف بهبوطه، لأنه لم يكن يهبط بالنسبة لحيطه (المصعد). كما أنه لم يكن قادراً - مثلاً - على معرفة بأنه (و مصعده) مسحوبان بفعل مجال الجاذبية. ولو دخلت حزمة أفقية من الضوء خلال جانب المصعد فإنما كانت ستضرب الجدار البعيد على مستوى أعلى لأن المصعد كان سينزل لمستوى أدنى أثناء اختراق الحزمة بجداره. كان سيبدو للرجل وكأن حزمة الضوء قد انحنت للأعلى، بينما في منظورنا (بالنسبة إلينا) انحنت حزمة الضوء بفعل حقل الجاذبية. فالضوء لم يكن فقط غير قادر، بل كان من الروتيني له، أن يتحفي بفعل حقول الجاذبية للنجوم والكواكب.

لقد كان ذاك مفهوماً ثوريأً حرياً بأحد أعظم الأذهان العلمية في العالم. اعتاد آينشتاين اللجوء إلى هذه «التجارب الذهنية» التخيلية لتسليط الضوء على المسائل المعقّدة للمبادئ العامة. كانت تلك طريقة جديدة وفريدة من نوعها لدراسة الفيزياء وقدّرت آينشتاين إلى كتابة سلسلة من أربعة تقارير أرسل بها إلى مجلة علمية عام 1905م، قدّم في أحدها للنظرية النسبية الخاصة (المبادئ النسبية المطبقة على الأجسام المتحركة بسرعة ثابتة أو الساكنة). وشرعت المجلة المتأثرة بهذه النظرية الجديدة بنشر تقاريره الأربع على الفور وفي العدد ذاته. كما نشرت له جريدة أخرى موضوع العلاقة بين المادة والطاقة.

كانت لتقارير هذا الرياضي الهاوي تأثيراً عميقاً وسريعاً على المجتمع العلمي. فقبلت إحداها كأطروحة دكتوراه من قبل جامعة زيوريخ، التي منحت آينشتاين درجة Ph.D، وأصبحت نظرياته محط أنظار جميع علماء الفيزياء في العالم.

في عام 1916م، وفي وقت كانت نار الحرب المستعرة تجتاح أوروبا، نشر آينشتاين نظرية النسبية العامة، التي شرحت مفهوم النسبية المطبقة على الأجسام المتحركة بطرق أكثر تعقيداً وبعجليل غير خططي. فهلل له العالم أجمع\*.

حقائق طريفة\*\*: معلوم لدينا أن أشكال وأصوات الأجسام المتحركة تبدو وُيسمع بشكل مختلف اعتماداً على كون المنشئ ساكناً أم متراكماً. تستند النسبية الخاصة على المفهوم المخالف للعقل والقائل بثبوت سرعة الضوء كما هي، بغض النظر عن مدى ازدياد سرعة انتقالك!



---

\* حاز آينشتاين على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921م، لكن الغريب أنه لم ينلها جزاء على تقديمِه للنظرية النسبية، بل لعمله عام 1905م على التأثير الكهرومغناطيسي. بعد سنوات من النشاط في أرشيف الرسائل والمذكرات الاسكندينافية، يؤكد روبرت مارك فريدمان Robert Marc Friedman (من جامعة أوسلو) أن ذلك كان تويجاً مقصوداً تابعاً من إرهاصات المناخ السياسي لأوروبا ما بعد الحرب العالمية الأولى، فهو يقول أن لجنة نوبل لم ترغب لرجل «سياسي وراديكالي الفكر، لم يقم بأية تجارب عملية، أن يتوج كرمز من رموز الفيزياء العظيم» - المترجم.

\*\* من الطرائف التي تُذكَر حول مدى الرواج الذي شهدته النظرية النسبية العامة، أن آينشتاين كثيراً ما كان يُسأَل عن معنى النسبية، فيجيب: ضع يدك في موقد حار لدقائق، ستبدو لك وكأنها ساعة. أجلس مع فتاة جميلة لساعة، ستبدو لك وكأنها دقيقة. تلك هي النسبية! - المترجم.

## الفيتامينات

### Vitamins

سنة الاكتشاف 1906 م

ما هي الاكتشاف؟ مركبات كيميائية غذائية قليلة ال量 ضرورية للحياة والصحة

من المكتشف؟ كريستيان آيكمان Christiaan Eijkman وفريدرريك هوبكنز Fredrick Hopkins

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

نحن نصنف الأطعمة حسب محتواها من الفيتامينات، ونصرف بلايين الدولارات سنوياً في شراء المستحضرات الفيتامينية. فالفيتامينات ضرورية للحياة والصحة، ومع ذلك، أي معرفة لنا بالفيتامينات - أو حتى الانتباه إلى وجودها - لا تتعدي المائة سنة. لم يخطر على بال أحد أن يبحث عن العناصر النادرة في الطعام والتي يحتاجها جسم الإنسان، بل ذهب جل اهتمامهم لقياس كمية الطعام وما يحتويه من سعرات طاقية.

أحدث اكتشاف الفيتامينات ثورة في علم التغذية ووعي الناس بالصحة والتغذية ونظام وجباتهم، وغير من علم الأحياء وعلم وظائف الأعضاء تغييراً جذرياً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في بدايات العقد الأخير من القرن التاسع عشر، كان مرض البري بري beriberi قد عاث فساداً بعمليات (شركة شرق الهند) الهولندية في بلاد الهند. طبقاً لاكتشاف باستير الجديد عن الجراثيم، ظن العلماء بأن جميع الأمراض ناجحة عن هذه الكائنات الممرضة. ومع هذا لم يعثر أطباء الشركة على أي جرثوم وراء مرض البري بري.

في العام 1896 م، توجه الطبيب الهولندي ، البالغ من العمر خمسة وثلاثين عاماً، كريستيان آيكمان Christiaan Eijkman بالسفر إلى أرض الهند وذلك ليجرّب حظه في التحقيق عن هذا المرض المريض. وبعد فترة قصيرة من وصوله، تفشى وباء طاغٍ بين أسراب الدجاج المستعملة من قبل مؤسسة البحوث لغرض الدراسات البكتيرية.

شرع آيكمان بإجراء بحث مستعجل على السرب الموبوء من الدجاج. ولكن بنفس السرعة التي بدأ بها بحثه، اختفى المرض عن الوجود. ذهل آيكمان من هذا التغيير الطارئ في المسألة، إلى أن قابل الطباخ الذي قام بتغذية الدجاج، فوجد بأن الأخير قد حول الدجاج على أكل الرز الأبيض المستعمل أساساً لتغذية البشر وذلك قبل حدوث الوباء مباشرة وأثناءه. وعندما وبجهة مدراء الشركة لإطعامه الدجاج على الرز الحسن (الأبيض) الباهظ الثمن، رجع الطباخ إلى الطعام الأصلي للدجاج والمكون من الرز البني.

وجد آيكمان بأنه قادر على التسبب بمرض البري بري مق شاء وذلك بتحويل الدجاج على أكل الرز الأبيض (الحسن)، ثم معاجلة المرض بمجرد رفع هذا الطعام عنها. ثم قام بفحص أطعمة السجون المحلية، فلاحظ حيث كان السجناء يطعمون الرز البني، لم تحدث أية حالة من مرض البري بري. بينما في السجون التي تستعمل الرز الأبيض، كان وباء البري بري متفشياً.

آمن آيكمان بوجود شيء ما في الرز البني يشفى من الإصابة بالبري بري وكتب تقريراً أعلن فيه الانتصار على المرض. لم يخطر له قط أن ينظر لمسألة من منظور آخر: بأن البري بري قد تسبب من نقص شيء ما كان موجوداً في الرز البني.

كان فريدريك هوبكتر Frederick Hopkins باحثاً طبياً أمريكيّاً ولد مع اندلاع الحرب الأهلية في بلاده عام 1861م. قام في العام 1900م بعزل حامض أميني (وكان الباحثون قد سبقوه في اكتشاف اثنين آخرين ولكن دون التحقيق في أهميتهما). أطلق هوبكتر على حامضه الأميني اسم *tryptophan* أو «تربتوфан». ومن خلال مراجعته لبحث آخر، وجد بأن حيوانات الحقول لا تستطيع العيش لو كانت تحصل عليه من مصادر بروتينية خالية من التربتوфан. بغض النظر عن كمية ما كانت تحصل عليه من البروتين، بدت هذه الحيوانات وكأنها تحتاج إلى كميات قليلة من التربتوфан لضمان عيشها.

وبحلول عام 1906م، اكتشف الكيميائيون 13 حامضاً أميناً على الأقل، كل واحد كان بمثابة لبنة أساسية لبناء جزيئات البروتين. فخطر هوبكتر أن هذه الأحماض الأمينية المعينة (والتي توجد بوفرة في الطعام) ضرورية للحياة، ليس من خلال البروتينات والسعرات التي تمد بها، فهذه يمكن تأثيرها من أي مصدر آخر، بل كان هناك شيئاً آخر ضروريًا للحياة توفره هذه الأحماض الأمينية - حتى لو زوّدته بكميات قليلة.

راجع هوبيكتر عمل آيكمان هذه المرة، واكتشف بأن حامضاً أميناً موجوداً في الرز البني هو الذي وقى من الإصابة بمرض البري بري. كما وجد بأنه ليس كافياً أن تحكم بأن الفاكهة تمنع من الإصابة بداء التقرس scurvey (كما اكتشف ليند Lind عام 1747م)، بل حامضاً أميناً معيناً في الفاكهة.

قرر هوبيكتر بأن أمراضاً مثل البري بري والتقرس واللحسان pellagra لا تحدث من وجود شيء (حرثوم) بل لغياب (أو نقص) شيء ما. وآمن بأن هذه الأمراض تحدث بسبب نقص غذائي للمجاميع الأممية للجزيئات (و الناتجة عن ارتباطات بين ذرات التتروجين والهيدروجين ضمن تركيب الأحماض الأممية). فأطلق على هذه المجموعة من الأحماض بتسمية مشتقة من كلمتين لاتينيتين بمعنى «الحياة» و«الأمينات» فحصل على كلمة *vitamines* أو «الفيتامينات».

بعدها بستوارات قليلة، اكتشف الباحثون عدم احتواء جميع الفيتامينات الضرورية على الأمينات، فقاموا بإسقاط الحرف «e» من التسمية الإنجليزية المعروفة للفيتامينات *vitamins* والتي لا تزال قيد الاستعمال حتى الآن. ليس الاسم فقط ما تغير، ولكن تغير البحث العلمي الغذائي إلى الأبد بعد اكتشاف هوبيكتر للفيتامينات.\*

حقائق طريفة: هل تعتقد بأن جميع الحلوي ضارة بصحتك؟ يحتوي شراب Hershey\*\* من الشوكولاتة الخالي من السكر على 10% من الفيتامين E لكل مستحضر.



\* تقاسم هوبيكتر جائزة نوبل في الطب (أو الفسلحة) مع آيكمان عام 1929م. يعتبر أول من أشار إلى تجمع الحامض البني lactic acid في العضلات أثناء التمرن - المترجم.

\*\* شركة هيرشي The Hershey Company هي أكبر مصنع للشوكولاتة بأمريكا الشمالية، وواحدة من أقدم شركات الشوكولاتة في الولايات المتحدة، تأسست عام 1876م في بنسلفانيا - المترجم.

# التاريخ بالنشاط الإشعاعي

## Radioactive Dating

سنة الاكتشاف 1907م

ما هذا الاكتشاف؟ استعمال العناصر المتحللة إشعاعياً لحساب عمر الصخور

من المكتشف؟ بيرترام بولتوود Bertram Boltwood

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لا شيء أساسى أكثر من معرفة عمرك - أو عمر مترلك أو عمر شجرة في حديقتك. ومن الوجهة العلمية، ينطبق الشيء ذاته على كوكب الأرض وعلى الصخور التي تشكل القشرة الأرضية.

انشغل العلماء بتقدير عمر الأرض لآلاف السنين. على أية حال، كانت كل هذه التقديرات تتعدد بقليل عبة الحزر والتتخمين، إلى أن جاء بولتوود ليكتشف أول طريقة معتمدة لحساب عمر الصخور. ونظرًا لأن بعض هذه الصخور قديم قدم الأرض، فقد وفر تاريخ عمرها أول تقدير منطقي لعمر كوكينا.

تمكن اكتشاف بولتوود العلماء من التاريخ لطبقات الصخر المنفصلة ودراسة تاريخ القشرة الأرضية، كما أدى إلى استخدام تقنيات تقدير العمر للنباتات والويثائق والمجتمعات والمباني القديمة. وأخيراً، أعاد بولتوود لعلم الجيولوجيا إحساسه بالزمن بعد تخلصه من التقديرات الخاطئة لمن سبقه من الباحثين في هذا المضمار.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف النشاط الإشعاعي من قبل ماري كوري بنهاية القرن التاسع عشر. وفي العام 1902م، اشترك كل من فريديريك سودي Frederick Soddy (مكتشف النظائر لاحقاً) وارنسن رذرفورد\* Ernst Rutherford معاً لاكتشاف أن اليورانيوم والثوريوم يتحللان إشعاعياً بسرعة ثابتة (يتطلب الزمن ذاته دوماً لتحلل نصف ما هو موجود أصلاً من الذرات النشطة إشعاعياً في غذوج ما، وهو ما يدعى بـ *half-life* أو «عمر

\* إرنست رذرفورد (1871-1937م): عالم نيوزلندي، يعتبر من عمالقة الفيزياء وأباً للفيزياء النووية. راد النظرية المدارية للنرنة، وحاز على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1908م - المترجم.

النصف»). كما واكتشف الرجال بأن هذين العنصرين المشعدين قد انشطرا (تحللاً إشعاعياً) إلى عناصر أخرى بتسلاسل ثابت - أي تفككاً دوماً بنفس الطريقة إلى نفس العناصر. فمُدَّ البساط إذن لشخص ما ليحذر كيف يستفيد من هذه المعلومة الجديدة.

ولد بيرترام بولتونود Bertram Boltwood عام 1870 في أمهرست بولاية ماساشوسيتس الأمريكية. درس ثم درس الفيزياء بجامعة بيل. خلال أحد بحوثه عام 1905، لاحظ بولتونود دوام وجود مادة الرصاص خلال تحليله لتركيب المعادن المحتوية على اليورانيوم والثوريوم.

ظنأً منه بأهمية هذه الملاحظة، قام بدراسة 43 نوعاً من المعادن وصنفها حسب تقديرها العمري. كانت كمية الرصاص في هذه النماذج تزداد باضطراد مع تقدم عمر النماذج - على العكس تماماً من كمية اليورانيوم التي كانت تقل باستمرار. استنتج بولتونود بأن التحلل الإشعاعي يقل بتسلاسل يبدأ باليورانيوم وينتهي بصنع الرصاص - الخاملي إشعاعياً (تحلل اليورانيوم في النهاية إلى رصاص). أعاد بولتونود دراسة نفس العملية مع معادن الثوريوم، فحصل على النتيجة ذاتها.

افتراض بولتونود أن اليورانيوم والثوريوم طلما يتحللان بسرعة ثابتة معروفة، فعليه يمكنه الاعتماد على كمية الرصاص وكمية أي من هاتين المادتين المشعتين في نموذج صخري ما لتحديد عمره - بمعنى، كم من الوقت مضى منذ ابتداء عملية التحلل الإشعاعي في الصخرة. في نماذج فحصه، استعان بولتونود بعداد كايكر لحساب عدد ذرات اليورانيوم المتحللة في الدقيقة الواحدة وكذلك استعمل مطيافاً كتلياً لتقدير الكمية المتبقية لكل عنصر نادر في النموذج الصخري. بمعرفة الكمية المتواجدة حالياً من الرصاص واليورانيوم في النموذج، ومعرفة سرعة تحلل اليورانيوم، وأخيراً معرفة عمر النصف لذلك النظير العيني لليورانيوم، أصبح بمقدور بولتونود حساب المدة التي استغرقها التحلل الإشعاعي في الصخرة، وبالتالي التوصل إلى عمرها.

في عام 1907م، نشر بولتونود حساباته لأعمار عشرة نماذج معدنية. وفي كل حالة كانت تظهر فيها هذه النماذج قدية بشكل مدهش، لتخبرنا بأن هذه الصخور (والأرض) أقدم مما تصور العلماء سابقاً بعشرين - بل وحتى مئات - الملايين. قدر بولتونود عمر الأرض بأكثر من 2,2 بليون سنة (أقل من التقدير الحالي)، ولكن أكثر من عشرة أضعاف أي تقدير سابق.

\* يقدر علماء الجيولوجيا والجيوفيزاء أن يكون عمر الأرض حوالي 4,54 بليون سنة - المترجم.

في عام 1947م، أشار الكيميائي الأمريكي ويلارد ليبسي Willard Libby إلى إمكانية استعمال النظير المكتشف حديثاً للكربون، كربون-14، لتقدير عمر البقايا الباتية والحيوانية بنفس الطريقة التي يستعمل بها اليورانيوم لتقدير عمر الصخور. فأَرْخَت طريقة ليبسي في استعمال الكربون - 14 لعمر النسيج الباتي تارياً دقيقاً يعود بما خلفاً 45000 سنة، كما واستعملت أيضاً في تقدير تواريخ المخطوطات القديمة.



حقائق طريفة: يمكن التاريخ إشعاعياً لنماذج بصغر جزء من البليون من الغرام. يعتبر مخطط اليورانيوم - الرصاص للتاريخ الإشعاعي أحد أقدم المخطوطات الموجودة، وكذلك واحداً من أكثرها تقديرًا واعتباراً. فلقد عُدِّل بحيث لا يتعدى أي خطأ في تقدير عمر صخور يقْدَم ثلاثة بلايين سنة أكثر من مليوني سنة، أي أن التقدير دقيق بنسبة 99,9%.

## وظيفة الكروموسومات

## Function of Chromosomes

سنة الاكتشاف 1909م

ما هذا الاكتشاف والوراثات (الجينات) مرئية (متراقبة) في مجتمع منسوجة علم، امتداد الكروموسومات

من المكتشف؟ في. إتش. مورغان T. H. Morgan

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان اكتشاف مورغان بأن المورثات متراقبة مع بعضها في مجاميع ومنسوجة على امتداد الكروموسومات، بمثابة خطوة رئيسية ثانية لنبش لغز الوراثة والتطور. فقد ساهم اكتشاف مورغان بالكثير في إرساء القاعدة التي بُنيت عليها اكتشافات لاحقة حول الكيفية التي تؤدي بها المورثات والكروموسومات وظائفها وكذلك تركيب جزيئه الـDNA.

أثبت مندل بأن الصفات (و تدعى المورثات أو الجينات) تنتقل من الآباء إلى الأبناء. ومن جانبه وضع داروين المفاهيم القائلة بتطور الأنواع. ولكن مع ذلك، بقي العلم عاجزاً عن فهم الكيفية التي تتطور بها الأنواع أو تنتقل بها المورثات المنفصلة إلى الأجيال الجديدة. بدراسته لنوع من ذباب الفاكهة، أثبت البروفيسور في. إتش. مورغان من جامعة كولومبيا صحة نظرية مندل وكذلك كون الكروموسومات حاملات للمورثات.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في العام 1910م، كان البروفيسور تي. إتش. مورغان T. H. Morgan، صاحب الأربعين والأربعين عاماً، رئيساً لقسم الأحياء بجامعة كولومبيا في مدينة نيويورك الأمريكية. وكان قد خصص جلّ طاقمه وجهوده للبحث والدراسة. فقد رفض مورغان القبول بنظريات مندل في الوراثة، كما لم يؤمن بوجود المورثات طالما لم يشاهدوا أحد تركيبها.

رفض مورغان القبول كذلك بفهم داروين عن البقاء للأصلح كقوة محركة للتطور الحيوى. وكان ما آمن مورغان به أن التطور ناجم عن طفرات عشوائية اخترقت طريقها ببطء إلى وعبر تجمع حيوى. فصمم ما أسماه The Fly Room أو «غرفة الذباب» لاثبات آرائه.

مختبر «غرفة الذباب» هذا كان عبارة عن غرفة صغيرة تعمُّها الفوضى وهيمن على جوها رائحة نتنة تفوح من فاكهة الموز المتعفنة. فكان جداران من جدرانه قد تَمَّ تغطيتها من الأرض للسقف بصفوف من قنطرٍ رجاجية مسدودة تحوي عشرات الآلوف من حشرات ذباب الفاكهة الصغيرة، والتي من الصعب التعليق الآن على ما كانت تصدره من طين دائم.

لقد اختار دراسة ذباب الفاكهة بالذات لأربعة أسباب. أولاً، أنها صغيرة في الحجم (لا يُعدي طولها ربع إنش). ثانياً، كانت تعيش كاملة على الموز المهروس لا غير. ثالثاً، كانت قادرة على إعطاء جيل جديد بأقل من أسبوعين - أي كان بمقدور مورغان أن يدرس حوالي 30 جيلاً في السنة. وأخيراً، كانت تقتل القليل من الجينات فيسهل دراستها بكثير قياساً بالأنواع الأكثر تعقيداً.

بحث مورغان وانتظر ظهور طفرة بيئوية عشوائية (كلون العيون مثلاً) في أيام واحدة من الآلاف التي تولد كل شهر من ذباب الفاكهة. وكان سيقوم عندئذ باقتقاء تلك الطفرة بعنابة عبر الأجيال اللاحقة لاستطاع انتشارها على الجماعة وبالتالي إثبات نظريته. لقد كان ذلك جهداً مرهقاً فعلاً من مورغان ومعاونيه من قاموا بدراسة عدّة آلاف من ذباب الفاكهة الجديدة بدقة تحت الميكروскоп كل شهر بحثاً عن الطفرات.

وأخيراً في شهر أيلول (سبتمبر) من عام 1910م، عشر مورغان على طفرة - فقد وجد ذبابة فاكهة ذكر بعيون بيضاء صافية عوضاً عن العيون الطبيعية الداكنة الأحمراء. فعوّل هذا الذكر الأبيض العينين معاملة خاصة في قيّنة منفصلة بل وزوج أيضاً بأنثى حمراء العينين.

لو حصل الفقس وظهرت عيون النسل بيضاء، ضاربة للبياض، أو حتى وردية اللون (كما توقع لها مورغان أن تكون)، فهذا سيدل على أن الطفرة العشوائية هذه - والتي لا تعطى أيام فائدة أو صفة داروينية بقائية - قد طوّرت النوع (غيرته النهاية) وبالتالي ينسّع مورغان بنّشوة انتصار نظريته عن التطور.

لم تمض ثلاثة أيام حتى درس مورغان ومعاونوه 1237 ذبابة جديدة. ويا خيبة الأمل! كان لكل منها لون طبيعي للعيون. فقد اختفت الطفرة دون أن تغيّر النوع قط. كان مورغان مخطئاً في دعواه.

و في العشرين من شهر تشرين الأول (أكتوبر)، فُقس عن حفيّدات الذكر الأصلي الأبيض العينين: كان ربع هذا الجيل بعيون بيضاء، و ثلاثة أرباع بعيون حمراء طبيعية. ثلاثة واحد: كانت تلك هي نسبة مندل في مضاربة صفة سائدة مع أخرى متنحية. فقد أثبتت تجربة في. إتش. مورغان خطأ صاحبها بنفسها وصواب نظرية المورثات لمندل!

حدثت طفرات أخرى إضافية على مر العامين التاليين. وبدراسة هذه الطفرات وتأثيرها على العديد من الأجيال المتقدمة عنها، أدرك مورغان وتعاونه بأن العديد من الجينات الموراثة كانت دائمة التكاثل مع بعض (وصفوها بـ«المترابطة»).

في عام 1912م، توصل الفريق إلى أن جينات ذبابة الفاكهة متربطة بأربعة مجاميع. فبناء على سابق معرفته بأن لدى ذبابة الفاكهة أربع كروموسومات، توقع مورغان بأن الجينات يمكن أن تكون منسوجة ومحمولة على امتداد الكروموسومات. وبعد 18 شهراً من البحث الإضافي، تمكن مورغان من إثبات نظريته الجديدة. الكروموسومات تحمل الجينات، والجينات منسوجة بخطوط ثابتة الترتيب (مثل الخرزات) على امتداد الكروموسومات.

على العكس من محاولته تفتيت عمل مندل، أثبت مورغان صواب مندل واكتشف كذلك وظيفة الكروموسومات وعلاقتها بالمورثات.\*

حقائق طريفة، يمكن لذبابة الفاكهة أن تضع 500 بيضة كل مرة، وتتجدد دورة حياتها بالكامل خلال أسبوع.

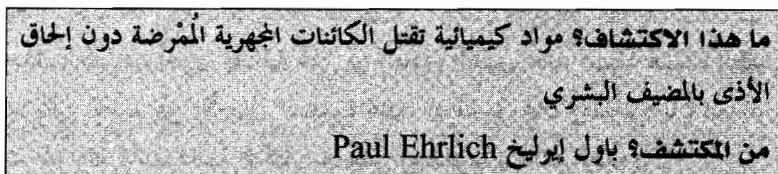


\* خيبة أمله من ثبوت بطلان أفكاره، لم تني مورغان العيد عن المواصلة على الدراسة والبحث، حتى نال جائزة نوبل في الطب (أو الفسلحة) عام 1933، ليكون بذلك أول شخص ينالها في حقل الوراثة، تقديرًا «لاكتشافاته المتعلقة بالدور الذي تلعبه الكروموسومات في الوراثة». كتب خلال مسيرته 22 كتاباً و 370 بحثاً وتقريراً علمياً، وبفضل عمله أصبحت ذبابة الفاكهة نموذجاً أساسياً للبحوث الوراثية المعاصرة. أما فرع الأحياء الذي أسسه بمعهد كاليفورنيا التقني، فقد فُقس عن سبعة جوائز نوبل حتى الآن - المترجم.

## المضادات الحيوية

### Antibiotics

سنة الاكتشاف 1910م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن كلمة *antibiotic* مشتقة من اللغة الإنجليزية بمعنى «ضد الحياة». كان الطب الشعبي البدائي يعتمد على بعض المركبات الطبيعية التي كانت تشفى أمراضًا معينة - كاللحاء المطحون لشجرة، بعض عفنون الجبن، وفطريات معينة. عرف الأطباء بأن هذه المركبات الطبيعية كانت تعمل حقاً، ولكن لم تكن لديهم فكرة عن كيفية وسبب عملها ذاك.

أجرى باول إيرليخ أول تحقيق كيميائي حديث للمضادات الحيوية واكتشف أولى مركباتها الكيميائية. افتتح عمله هذا عصرًا جديداً للبحث الطبي والدوائي وأسس لخفل العلاج الكيميائي. تَرَجَعِ المضادات الحيوية (أشهرها البنسلين المكتشف عام 1928)، التي أنقذت حياة ملايين الناس، بأصلها الحديث إلى عمل باول إيرليخ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد باول إيرليخ Paul Ehrlich بألمانيا عام 1854م. كونه طالباً موهوباً، دخل إيرليخ حقل الدراسات العليا في الطب، حيث اخترط حق أذنيه في عملية صبغ النماذج النسيجية الجهرية وذلك لتوسيع رؤيتها تحت الميكروскоп. و شأن بقية زملائه في هذا المجال، عانى إيرليخ من كون معظم الأصياغ محظمة للنماذج النسيجية قبل التتمكن من فحصها على الأقل. فكافح من جانبه لإيجاد أصياغ جديدة لا تقتل أو تلحق الضرر بالكائنات الجهرية الرقيقة. بان له من خلال عمله هذا أن بعض المركبات الكيميائية كانت تقتل بعض أنواع الأنسجة مما جعله يفكر فيما لو كان بالإمكان السيطرة على هذه العملية. اتضح في العام 1885م بأن الكائنات الجهرية كانت العامل المسبب للعديد من الأمراض، فاجتهد علماء عديدون جهداً كبيراً من أجل دراسة هذه البكتيريا تحت

الميكروسكوب. ومرة أخرى وجد إيرليخ نفسه أمام مشكلة قتل العديد من الأصابع المتوفرة للكائنات قبل أن يتمكن من دراستها. أوحىت هذه المشكلة لإيرليخ بافتراض وجود مركبات كيميائية يمكنها قتل الكائنات دون إلحاق الأذى بالمريض البشري، وبذلك يُعالج المرض بقتل عامله المسبب فقط.

بأواسط العقد الأخير من القرن التاسع عشر، حول إيرليخ تركيزه على دراسة الجهاز المناعي وكيفية السيطرة على التفاعل بين السموم الكيميائية ومضادات السموم. ومرة أخرى خطر لإيرليخ أن يستفيد من فكرة ارتباط مضادات السموم بجزئية سوم محددة وبالتالي تحطيمها، في صنع مادة كيميائية تعمل على نفس الوتيرة لترتبط مباشرة بالكائن المسبب لمرض ما فتحطمها. أطلق إيرليخ على هكذا مادة كيميائية بـ«الراصة السحرية»، وقد بدا له أن عمل خمس وعشرين سنة قد أفضى به مباشرة إلى هذه الفكرة.

خلال هذه الفترة بالذات، تم التعرف على ودراسة العديد من البكتيريا المسيبة للأمراض وبشكل معين، الأمر الذي نصّب أمام إيرليخ أهدافاً بارزة ومعروفة لها جنحتها في خضم مجتمعه عن طريق لصنع رصاصاته السحرية. فاختار البدء بالسبايروكيت *spirochete*، الكائن الدقيق المسبب لمرض الزهري (السفل)، محرياً مواد كيميائية مختلفة ومستعملًا قاعدة زرنيخية لمركباته. فالزرنيخ ثبت فاعليته في الفتك بعدد من الكائنات الدقيقة الأخرى.

في عام 1907م، كان إيرليخ قد وصل إلى المركب رقم 606 من بين المركبات التي قام بفحصها على أرانب موبوءة بمرض الزهري. بعد كل هذه المحاولات الشاقة، تمكّن هذا المركب من علاج المرض، فأسماه إيرليخ *salvarsan* «سالفرسان» وأجرى أكثر من 100 تجربة إضافية عليه ليتأكد من فاعليته وسلامته للاستعمال البشري، ثم تبعها بعاصين آخرين من البحث سعيًا وراء إنتاج شكل من الدواء يسهل تحضيره صناعيًّا وإعطاءه للمرضى. ومن بين آلاف الأشكال التي جربها، كانت النسخة رقم 914 هي الأفضل، فأسماه *neosalvarsan* «نيوسالفارسان».

كان آخر فحص يجريه إيرليخ على النيوسالفارسان هو إعطائه للمرضى المتقدمين من يعانون من اختلال عقلي - وهو آخر مراحل الزهري. بينما ساعد نيوسالفارسان جميع هؤلاء المرضى، فإن عدداً منهم شفي تماماً من المرض.

كان النيوسالفارسان أول مركب كيميائي من صنع الإنسان يحطم الكائن المستهدف بشكل خاص دون التأثير على المريض. أرسى هذا الاكتشاف حقل العلاج الكيميائي chemotherapy على اتساعه.

حقائق طريفة، تخضع «مقاومة المضادات الحيوية antibiotic» للأحكام الاعيادية للانتخاب الطبيعي: تلك الشريحة من التجمع البكتيري التي تمتلك قدرة طبيعية على معاكسة تأثير الدواء هي التي ستعيش، وهذا تسلق جينياً ليشاركها بها التجمع البكتيري برمته في النهاية. فقد اكتسبت بكتيريا عدّة مناعة للكثير من المضادات الحيوية، الأمر الذي أقلق المخططين الطبيين بشأن حدوث حالات وبائية طاغية من الأمراض في المستقبل القريب.



## خطوط الصدع

### Fault Lines

سنة الاكتشاف 1911م

ما هذا الاكتشاف؟ حدث الزلزال على امتداد، وبسب، خطوط صدع في  
القشرة الأرضية

من المكتشف Harry Reid

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يدرك علماء اليوم كيف يتوقعون موقع حدوث زلزال أرضية مستقبلية وذلك من خلال تخطيطهم لواقع خطوط الصدع. على أية حال، حتى قبل قرن مضى، لم تكن هذه الحقيقة البسيطة معروفة قط.

اكتشاف هاري ريد بأن الزلزال تحدث على امتداد خطوط صدع موجودة في القشرة الأرضية أمدنا بأول فهم لمصدر وعملية حدوث الزلزال، كما ومهّد لاكتشاف صفات القشرة الأرضية وعلم دراسة تركيب وحركة الصفائح في أواخر الخمسينات من القرن العشرين.

وُصف اكتشاف ريد بأنه إنجاز كبير في علم الأرض كونه وفر أول فهم أساسى للعمليات الباطنية للأرض والكيفية التي تسلك بها الصخور تحت الضغط والشدة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1750م، أدرك العلماء بوجود خطوط صدع (على شكل تشققات طويلة) تسعى وتتلوى من خلال القشرة العليا للأرض، حيث يلتقي نوعان مختلفان من الصخور. وفي العام 1900م، علموا بارتباط خطوط الصدع هذه مع حدوث الزلزال الأرضية.

كان الخطأ الذي ارتكبه العلماء، على أية حال، هو إيجاعهم على أن الزلزال الأرضية هي التي تسبب حدوث خطوط الصدع، وكان القشرة عبارة عن طبقة ملساء من الصخر فتشققت بفعل الزلزال، مع انزلاق جزء على الآخر مسبباً حالة من عدم التطابق الصخري. فالزلزال الأرضية قد حدثت، وما خطوط الصدع إلا رواة لما مضى منها.

ولد هاري فيلدینغ ريد Harry Fielding Reid في مدينة بالتمور الأمريكية عام 1859م. وخلال سني دراسته الأولى في سويسرا، كانت ذات هذه الأفكار ما تعلمهها في دروس الجيولوجيا. على أية حال، لم تستحوذ الزلازل الأرضية وخطوط الصدع على اهتمام ريد، فقد حَوَّلَت نشأته السويسرية بتركيزه الأساسي على الجبال والأهmar الجليدية.

عاد ريد أدراجها إلى مسقط رأسه مدينة بالتمور لدخول الكلية في جامعة جون هوبكينز، وذلك عام 1865م (بعمر السادسة عشرة)، وبقي هناك من الوقت ما يكفيه نيله درجة الدكتوراه في الجيولوجيا عام 1885م. وفي بدايات عام 1889م، تقلد ريد المناصب بوصفه أستاذًا جامعيًا مهتمًا بالبحث حول الأهmar الجليدية.

قام ريد برحلات واسعة النطاق عبر ألاسكا وجبال الألب السويسرية وهو يخطط ويدرس الأهmar الجليدية، حركتها، نشأتها، وتأثيرها على مرأى الأرض. فكتب مقالات وبحوث حول تركيب الأهmar الجليدية وحركتها.

في شهر نيسان (أبريل) من عام 1906م ضرب زلزال سان فرانسيسكو العظيم المدينة فأسقط معظمها بين دمار واحتراق. وبما أن ذلك العام، قامت كاليفورنيا بتشكيل (مفاوضاتية ولاية كاليفورنيا للتحقيق عن الزلازل الأرضية) بمدف دراسة زلزال سان فرانسيسكو ولتحديد الخطير على الولاية من زلزال مستقبلية محتملة. فاختير ريد من بين الأعضاء التسعة الذين يؤلفون هذه المفاوضية.

كانت المهمة التي اضطاعت بها هذه المفاوضية كفيلة بتحويل اهتمام ريد إلى دراسة الزلازل الأرضية وخطوط الصدع. فقد خطط ودرس خط صدع سان فرانسيسكو وطاف بالمنطقة الساحلية لـ كاليفورنيا مختطاً خطوطاً خطوط صدع أخرى. طيلة الوقت كان يبحث عن جواب لسؤال حيره: ما كان السبب وراء الزلازل الأرضية؟

درس ريد الصخور على امتداد خطوط صدع كاليفورنيا بعناية، فاستنتج بأنماً كانت تعاني من شدة فيزيائية طويلة الأمد، وليس فقط من رجة زلزال مفاجئ. فحسب رؤيته، لا بد أن كانت هناك حالات ضغط عظيمة على الصخور المتعددة بامتداد خط صدع سان فرانسيسكو لقرون من الزمن— أو حتى لألافيات متلاحقة— قبل حدوث الزلازل الأرضية.

إن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن خطوط الصدع هذه كانت موجودة أولاً ثم سبب الضغط على امتدادها زلازل أرضية. فقد استمرت شدة الضغط بالتزامن على الصخور حتى تقصّفت. وهذا «التقصّف» كان زلزاً أرضياً.

قدَّمَ ريد صورة هذه الطبقات الصخرية على امتداد خطوط الصدع بوصفها تعمل على نحو مشابه لحزم مطاطية. عوامل الشدة العميقة في الأرض على امتداد خطوط الصدع هذه كانت تسحب الصخور باتجاهات مختلفة، مسببة تمددتها - مثل المطاط. وحالما كانت الشدة تصل نقطة الانفراج، كانت هذه الصخور تنصف مطاطياً إلى وضعها السابق - مسببة زلزالاً أرضياً.

إذن، خطوط الصدع هي التي سببت حدوث زلازل أرضية، وليس العكس. وهذا ما يعني أن دراسة خطوط الصدع كانت طريقة للتنبؤ بحدوث الزلازل الأرضية، وليس مجرد دراسة آثارها الكارثية. لقد اكتشف ريد المغربي من متاهة الأرض العنكبوتية خطوط الصدع.

حقائق طريفة: أحدث الزلزال الأرضي المدمر لسان فرانسيسكو عام 1906م انفصالاً أفقياً لسطح الأرض على جانبي صدع سان أندريلاس بمقدار 21 قدمًا (6,4 م).



## الوصيلية الفائقة

### Superconductivity

سنة الاكتشاف 1911م

ما هذا الاكتشاف؟ فقد بعض المواد جميع مقاومتها للتيار الكهربائي  
بدرجات حرارية فائقة الانخفاض  
من المكتشف: هيك كاميرлинغ أونيس Heike Kamerlingh Onnes

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يُقصد بالتوصيلية الفائقة انسياپ تيار كهربائي دون أية مقاومة تعرّض انسياپه هذا.  
فحقّ أفضل الموصلات قتّل بعض المقاومة للتيار الكهربائي، ولكن ليس الأمر كذلك  
بالنسبة للموصلات الفائقة. لسوء الحظ، تواجه الموصلات الفائقة فقط عند البرودة  
القصوى، قريباً من الصفر المطلق.

رغم أن التطبيق العملي لهذا الاكتشاف لم يُعرف بعد، إلا أن مبدأ التوصيلية الفائقة  
يُعد بإيجاد محركات كهربائية ومتناطيسية خارقة الكفاءة، تيار كهربائي يسرى آلاف  
الأميال دون فقدان في الطاقة، وتحقيق حلم خدمة كهربائية رخيصة وواافية لغرض كل فرد.  
من المؤمل أن تتمخض التوصيلية الفائقة عن صناعات وطرق جديدة لتوليد ومعاملة  
وتحريك الطاقة الكهربائية، ولكن تبقى هذه الإمكانيّة كامنة في المستقبل.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هيك أونيس Heike Onnes عام 1853م بغرونجن في هولندا وترعرع في  
عائلة ميسورة الحال امتلكت مصنعاً للبلاط. خلال دراسته، جذب موهبته في حل المسائل  
العلمية الكثير من الانتباه خلال دراسته الجامعية والعليا. لدى بلوغه سن الثامنة عشرة،  
أصبح أونيس راسخ الإيمان بقيمة إجراء التجارب الفيزيائية وميالاً إلى مخاصمة النظريات  
التي لا يمكن إظهارها تجريبياً.

و بعمر الخامسة والعشرين، ركّز أونيس بحثه الجامعي على دراسة خواص المواد التي  
تقارب الحدود الدنيا من درجات الحرارة (-456 درجة فهرنهايت أو -269 درجة  
سيليزيه). كان وجود هذا الحد الأدنى من الحرارة والذي فيه تتبدّل الطاقة الحرارية جيّعاً

وتتوقف الحركات جميعاً - حق داخل الذرة، قد اكتشف من قبل اللورد كلفن Lord Kelvin، ويدعى صفر درجة كلفن أو الصفر المطلق.

ابررت بحوث كثيرة لتوسيع ما يحدث قريباً من درجة الصفر المطلق. آمن لورد كلفن بأن الصفر المطلق يوقف من حركة الإلكترونات، ويتوقف عنده التيار الكهربائي حيث تكون المقاومة كبيرة إلى ما لا نهاية. بينما آمن آخرون بالعكس - تقييد المقاومة إلى الصفر فتسري التيارات الكهربائية إلى الأبد.

لكل كانت نظريته. فقرر أونيس من جانبه أن يستطلع حقيقة ما يجري عند الصفر المطلق وأن يضع هذه التجارب تحت الفحص والاختبار.

على كل حال، كانت هناك معضلة. إذ لم تكن هناك طريقة قط لتبريد أي شيء في أي مكان قريباً على درجة 269 سيلزية. لحسن حظه، كان أونيس رئيساً لفرع الفيزياء بجامعة لابيدن، وكان فرعه مزوّداً بمختبر فيزيائي جيد التصميم يامكانه الاستفادة من استعماله.

في عام 1907م، ابتكر أونيس محارير يامكانها قياس درجات حرارية تصل برودها إلى الصفر المطلق. وفي عام 1908م، اكتشف طريقة لتبريد غاز الهيليوم بحيث تحول إلى الحالة السائلة، ثم أستطاع أن يستمر في تبريد السائل الفائق البرودة حتى وصل به إلى درجة 0,9 كلفن (أي أقل من درجة فوق الصفر المطلق) بنهاية ذلك العام! أدرك أونيس بقدرته على استعمال هذا الهيليوم السائل لتبريد مواد أخرى للدرجة قريبة عن صفر كلفن وذلك بهدف قياس مقاومتها الكهربائية.

بحلول عام 1911م، كان أونيس قد طور أوعية قادرة على احتواء وتخزن هيليومه السائل الفائق البرودة. فبدأ دراساته الكهربائية بتبريد البلاتينيوم أولاً والذهب ثانياً لدرجة قريبة عن الصفر المطلق. على أية حال، كانت التيارات الكهربائية التي قاسها غير منتظمة، ونتائجها غير حاسمة.

---

\* اللورد كلفن (1824-1907م): فيزيائي ورياضي ومهندس ايرلندي اشتهر بتحليله الرياضي للكهرباء والديناميكا الحرارية، صمم مقياس كلفن للحرارة المطلقة. أسمه الحقيقي وليام تومسون William Thomson، وقد لقب باللورد تكريماً لجهوده وإنجازاته العلمية الجليلة. أما «كلفن» فيشير إلى نهر كلفن الذي يجري قريباً من جامعة غالاسكو الاسكتلندية، حيث كانت مرتعاً لتجارب كلفن وإنجازاته التي تخضت في نهاية حياته باختراع التلفراف الكهربائي - المترجم.

قرر أونيس التحول على الزئبق السائل. فملاً أنبوباً على شكل حرف U بالزئبق وربط أسلاكاً إلى كلتا نهايتي الأنبوب. أما الأسلاك فكانت موصولة بعداد لقياس المقاومة الكهربائية. وكالعادة، استعمل الهيليوم السائل بدرجة 0,9 كلفن لتبريد الزئبق.

في الوقت الذي انخفضت فيه درجة الحرارة إلى أقل من 40 درجة كلفن (-229 درجة سيلزيوس)، بدأت المقاومة الكهربائية بالانخفاض. فاستمرت بالانخفاض بشكل منتظم تحت درجة 20 كلفن، وعند الوصول للدرجة 4,19 كلفن انخفضت المقاومة فجأة، وهابطةً للصفر.

أعاد أونيس التجربة مراراً على مر الأشهر القليلة اللاحقة وحصل دوماً على النتيجة ذاتها. تحت 4,19 درجة كلفن، لم تكن هناك مقاومة لأنسياب الكهرباء. فالتيار الكهربائي كان سيسري دون عرقلة إلى الأبد! أطلق أونيس على هذه الظاهرة اسم *superconductivity* أو «التوصيلية الفائقة».

اكتشف أونيس التوصيلية الفائقة، لكن دون أن يقدر على شرحها نظرياً. توقع فقط بأن لها علاقة بما تم اكتشافه (بعد ذلك) باسم نظرية الكم. انتظر العالم حتى عام 1951م ليقدم جون باردين John Bardeen نظرية رياضية تشرح ظاهرة التوصيلية الفائقة.

بدء بحث لإيجاد طرق لتحقيق التوصيلية الفائقة بدرجات حرارية أعلى (أكثر وصولاً من الناحية العملية). القياس الحالي هو 138 درجة كلفن (-131 درجة سيلزيوس) - لسوء الحظ، باستعمال مواد سيراميكية سامة مصنوعة من الزئبق والنحاس. حالما يتم إيجاد طريقة لتحقيق التوصيلية الفائقة بدرجات حرارية أكثر دفناً، فإن قيمة اكتشاف أونيس ستكون غير محدودة ولا تقدر بثمن\*\*.

حقائق طريفة: في سيرن CERN، المنظمة الأوروبية للبحوث النووية،  
استخدم العلماء رجة كهربائية واحدة لإحداث تيار كهربائي يسري خلال  
دائرة فائقة التوصيل. استمر ذلك التيار الكهربائي بالسريان - دون أي



\*\* اكتشف كل من فاليري فينوكور Valerii Vinokur وتاتيانا باتورينا Tatiana Baturina مؤخراً (أبريل 2008م) بأن نفس الآلة التي يمكن أن تكون التوصيلية الفائقة يمكنها أن تكون حالة من الانزعال الفائق في بعض المواد (صفيحة رقيقة من نترید التيتانيوم مثلاً)، مع مقاومة لا نهاية لها. على غرار المواد الفائقة التوصيل المستعملة في صناعة أجهزة تسريع الجسيمات والسرنين المغناطيسي والمقاييس الطيفية الكثالية وغيرها، من المؤمل أن تدخل المواد الفائقة الانزعال في صناعة أغلفة البطاريات والدوائر الكهربائية وغيرها من الصناعات الحديثة - المترجم.

إدخال جديد للفولتية - لمدة خمس سنوات ودون فقدان للقدرة. بينما في الأسانك المزدوجة الاعتيادية، يتوقف التيار الكهربائي ضمن ملي دقائق محدودة حال رفع الفولتية عنها، وذلك بفعل المقاومة التي تبديها هذه الأسلاك.

## الارتباط الذري

### Atomic Bonding

سنة الاكتشاف 1913م

ما هذا الاكتشاف؟ أول نظرية معمول بها عن الكيفية التي تكتسب وتفقد  
وتتحوّل بها الإلكترونات الطاقة والكيفية التي تدور بها في تلك بواة الذرة  
من المكتشف؟ نيلز بور Niels Bohr

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

افتتحت ماري كوري القرن ياباً لها لوجود عالم ضمن ذري. فقام علماء آخرون أمثال آينشتاين وديراك وبورن ورذرفورد بتقديم الأوصاف النظرية الجديدة لهذا العالم. لكن ظل إثبات ما كان كامناً ضمن غلاف الذرة، وما كان يسيطر على سلوكها، واحداً من أعظم التحديات في فيزياء مطلع القرن العشرين.

كان نيلز بور من اكتشف أول غوذج واقعي للإلكترونات وهي تحيط ببواة الذرة - طريقة ترتيبها، حركتها، أنماطها الإشعاعية، وعمليات نقلها للطاقة. حلّت نظريته عدداً من المضاربات والعيوب التي تواجهت فيما سبقها من المحاولات لتوقع تركيب وفعالية الإلكترونات. إذ جمع بور بين التجربة المباشرة والنظرية المتقدمة خلق فهم للإلكترونات، فحطّا بالعلم خطوة هامة في مسيره نحو العصر التوسي.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان نيلز بور Niels Bohr لا يتعدي السادسة العشرين عام 1912م - فقد كان صغيراً جداً للدخول في مممعة جدال فيزيائي حامي الوطيس. لكن في ربيع ذلك العام، وبوصفه بروفيسوراً جديداً للفيزياء بجامعة كوبنهاغن، أدرك بور بأن النظرية الذرية لم تعد تناسب الميكانيكي التامى من البيانات الذرية التجريبية. ففي إحدى تجاربه، تحدى بور النظريات الكلاسيكية القائلة بأن الإلكترون الدائر في مداره سيفقد طاقته باستمرار ويتجدد مساراً لولياً إلى داخل بواة. فالذرة ستتكتمش وتضمحل في هذه الحالة. ولكن لم يحدث هذا قط، بل حافظت الذرات على استقرارها بشكل مدهش. كان هناك خلل ما في النظريات المتواجدة آنذاك - وهذا ما قاله بور أيضاً.

لم تكن هناك طريقة لمشاهدة الذرة بشكل فعلي، فما من وسيلة للتحقيق في النواة ومراقبة ما يحدث فيها مباشرة. كان على العلماء التلمس في الظلام للإتيان بنظريةِهم، وغربلة دلائل غير مباشرة من أجل بصيص من الفطنة والإلام بالوظائف الغريبة للذرات.

كانت التجارب الذرية تبني جبالاً من البيانات والمعطيات. فقد سجلت الدقائق الناجحة عن التصادمات الذرية، وفاقت الزوايا التي تسارعت بها هذه الدقائق الجديدة بعيداً عن موقع التصادم، كما قاست المستويات الكهربائية للطاقة. لكن التراليسي من هذه البيانات كان مطابقاً مع النظريات الذرية.

مع بدء بور بالتنظيم لحياته الدراسية عام 1913م، قرأ عن دراستين تجريبيتين جديدين. ففي أولاهما، وجد إنريكو فيرمي \* Enrico Fermi بأن الذرات كانت تبعث الطاقة دوماً بنفس الكميات (أو الدفقات) القليلة. في التجربة الثانية، درس الكيميائيون كمية الطاقة التي كانت تشع بها ذرات كل عنصر. فوجدوا بأن هذا الإشعاع لم يكن مستمراً على جميع ترددات الطيف عند إمراره خلال موشور ما، ولكنه كان يتأتى على شكل بروزات حادة بترددات منفصلة معينة. وأظهرت العناصر المختلفة أنماطاً متمايزة ومتختلفة لهذه البروزات الطافية. لم تخضع أي من التجربتين للنظريات الذرية المتواجدة آنذاك.

درس بور وقارن بين هذه الشذرات المختلفة والغير المترابطة ظاهرياً من البيانات، وذلك بناء على معرفة منه بأن هذه البيانات الجديدة لا بد أن تتعلق بعض - طالما أنها تعاملت مع خصائص وإنبعاثات من ذات المصدر: الذرة.

و ما زال بور يغريل هذه البيانات والنظريات جميعاً على مر فترة دامت ثمانية أشهر، بحثاً عن طريقة يطابق بها هذه البيانات التجريبية مع نظرية ذرية ما، إلى أن توصل إلى فكرة ثورية بأواخر ذلك العام: لا يفترض بالإلكترونات أن تكون طليقة في حركتها على النحو المعتقد سابقاً.

بدلاً من ذلك، افترض بور بأن الإلكترونات التي تدور حول نواة ذرة ما يمكنها أن تتوارد فقط ضمن مدارات منفصلة ثابتة. ولغرض القفز إلى مدار أقرب، كان على

\* إنريكو فيرمي (1901-1954م): فيزيائي إيطالي اشتهر بعمله على تطوير أول مفاعل نووي ومشاركته الهامة في تطوير نظرية الكم، الفيزياء النوية والجسيمية، وmekanika الإحصائية. نال جائزة نوبل في الفيزياء عام 1938م تكريماً لعمله على النشاط الإشعاعي المخمر - المترجم.

الإلكترون أن يفقد كمية ثابتة من الطاقة (البروزات والكموم الملاحظة من الطاقة المشعة). ولو أراد الإلكترون ما أن يقفز إلى مدار أعلى، كان عليه أن يكتسب كموماً ثابتة من الطاقة. لم يكن بمقدور الإلكترونات أن تذهب حيث شاءت أو أن تحمل أي مقدار من الطاقة تريدها، بل كان عليها أن تكون في أحد هذه المدارات الخددة القليلة، وأن تكتسب أو تفقد الطاقة بكموم محددة كذلك.

كان النموذج الذري لبور فكرة ثورية من نوعها وهجراها فهائياً عن الأفكار السابقة. فقد تطابق جيداً مع الملاحظات التجريبية وفسر جميع المضاربات التي حللتها النظريات السابقة، كما أوضح كيفية وسبب ارتباط العناصر الكيميائية بعضها على النحو المتعارف عليه. استُقبل اكتشاف بور بالتهليل والقبول فور إعلانه، وخدم حسين عاماً كنموذج معترف به للنزة ولحركة الإلكترونات داخلها.

حقائق طريفة، عمل نيلز بور في مختبر لوس ألاموس السري بنيو مكسيكو، وذلك على مشروع مأهاتن Manhattan Project (الاسم المشفر لجهود تطوير القنابل الذرية من قبل الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية).



## النظائر

### Isotopes

سنة الاكتشاف 1913م

ما هذا الاكتشاف؟ النظائر هي أشكال مختلفة للعنصر الكيميائي ذاته تملك نفس الخواص الكيميائية والفيزيائية ولكن أوزانها ذرية مختلفة  
من المكتشف؟ فريديريك سودي Frederick Soddy

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نظائر عنصر ما هي أشكال مختلفة قليلاً لذاك العنصر. تملك النظائر نفس الخواص الكيميائية والفيزيائية والكهربائية للعنصر الأصلي، ولكن عدداً مختلفاً من النيوترونات في نوى ذراها. لقد أضفى اكتشاف النظائر بعدها جديداً على علوم الفيزياء والكيمياء.

أجاب هذا الاكتشاف على أسئلة محيرة أربكت باحثي الفيزياء المهتمين بدراسة العناصر المشعة. أصبحت دراسة النظائر أساساً جوهرياً لتطوير القدرة والأسلحة الذرية. كما أن للنظائر أهميتها في علم الجيولوجيا طالما أن التأريخ بالكربون والتقييمات التقديريّة الأخرى لعمر الصخور تعتمد جمِيعاً على نسب نظائر معينة.

كان هذا الاكتشاف كفياً لوحده برفع الحاجز الذي اعترضت طريق التقدم العلمي، وفتح حقولاً جديدة في بحوث الفيزياء والكيمياء، وأمدَّ بالأدوات البحثية الأساسية لبحوث علم الأرض.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد فريديريك سودي Frederick Soddy عام 1877م في سوسيكس بإإنجلترا. وفي عام 1910م قبل سودي منصب في جامعة غلاسكو كمحاضر في النشاط الإشعاعي والكيمياء.

كانت دراسة العناصر المشعة لا تزال متعة وجديدة. وكانت العناصر المشعة تعرَّف باختلافات في كتلتها وشحنتها الذرية وخواصها الإشعاعية، بما فيها أنواع وطاقات مختلف الدقائق (الجسيمات) التي تبنيها.

طبقاً لهذا النظام، كان العلماء قد تعرّفوا تواً على 40 إلى 50 من العناصر المشعة. ولكن تراجعت 10 إلى 12 مكاناً جمجم هذه العناصر المشعة على الجدول الدوري للعناصر. إما أن الجدول الدوري لم يليق كان خاطئاً أو - لسبب ما غير معروف - كانت العناصر المشعة تقع خارج منطق وترتيب الجدول الدوري.

لم يعن أي من الجوابين شيئاً، وتعرض البحث الإشعاعي إلى كبوة في مسيرته.

قرر سودي دراسة الدوافع الثلاثة دون ذرية المعروفة التي تبعث من مختلف العناصر المشعة (دوافع ألفا وبيتا وغاما)، فوجد بأن دوافع ألفا كانت تحمل شحنة موجبة (و كأنها بروتونين) وكتلة تساوي أربع بروتونات. أما أشعة غاما فلم تمتلك شحنة ولا كتلة، بل طاقة فقط، وهذا لم يؤثر على طبيعة الذرة نهائياً.

من جانبها لم تمتلك دوافع بيتا أية كتلة يمكن قياسها ولكنها حملت شحنة سالبة واحدة، فقد بدت وكأنها إلكترونات فقط.

عندما كانت ذرة ما تبعث دقة من دوافع بيتا، فإنها كانت تفقد شحنة سالبة. أدرك سودي بأن هذا مشابه لاكتساب شحنة موجبة بالذات. أبعث دقة ألفا وافقده شحتين موجبتين من النواة، وأبعث دقة بيتا وأكتسب واحدة!

نظراً لأن الجدول الدوري كان مرئياً حسب عدد البروتونات في نواة الذرة - بدءاً بالعنصر الأخف (الميدينجين) وصولاً إلى أثقل عنصر معروف (اليورانيوم)، أدرك سودي بأن انبعاث دقة ألفا سيؤدي إلى زحف الذرة خانتين نحو الشمال على الجدول الدوري وبأن انبعاث دقة بيتا سيزحف بها خانة واحدة نحو اليمين.

أستنتج سودي من هذه الملاحظة أنه لا بد أن تكون ذرات عناصر عدة قد تراجعت في عدة خانات مختلفة على الجدول الدوري. فاستعمل تقنيات مطابافية بخشية جديدة (اكتشفها غوستاف كيرخوف وروبرت بوتنز عام 1859م) ليظهر بأنه رغم امتلاك ذرات اليورانيوم والثورانيوم لكتلة ذرية مختلفة وبالتالي احتلالها خانات مختلفة على الجدول الدوري، فإنها كانت لا تزال كما هي، العنصر الأصلي.

دللً هذا على إمكانية أكثر من عنصر واحد احتلال نفس المكان على الجدول الدوري، وبأن ذرات عنصر واحد يمكن أن تحمل أكثر من مكان واحد وهي لا تزال نفسها، العنصر الأصلي. أطلق سودي على نسخ ذات العنصر التي احتلت أماكن على

الجدول الدوري غير المكان «الطبيعي» لذلك العنصر *isotopes* أو «النظائر»، اشتقاقة عن الكلمة إغريقية بمعنى «نفس المكان».

بعدها، وفي نفس العام (1913م)، قاس الكيميائي الأمريكي تيودور ريتشاردز Theodore Richards الأوزان الذرية لنظائر الرصاص الناتجة عن التحلل الإشعاعي للليورانيوم والثوريوم وأثبتت صحة نظرية سودي.

على كلٍّ، لم يكن تفسير سودي لاكتشافه دقيقاً بالكامل. فكان اكتشاف تشادويك Chadwick للنيوترون (في 1932م) كفياً بتصحيح أخطاء سودي وبالتالي تكميله لهم مفهومه عن النظائر.

حاول سودي شرح نظائره مستعملاً البروتونات والإلكترونات فقط. أما تشادويك فقد اكتشف وجود عدد من النيوترونات المتعادلة في النواة يضاهي تماماً عدد البروتونات الموجبة. فاكتساب أو فقدان النيوترونات لم يغير من الشحنة الكهربائية أو من خواص المادة (طالما أن العناصر معرفة بعدد البروتونات في النواة)، ولكنه غير فعلاً من الكتلة الذرية للذررة وبالتالي خلق نظيراً لذلك العنصر.

إذن، اكتشف سودي مفهوم النظائر، ولكن تطلب كاملاً فهماً لماهية النيوترونات بالأختير.

حقائق طريفة: النظائر أهم مما يتوقع معظم الناس. فباستعمال نظائر عناصر مختلفة يمكن أن نورّخ لكل ما هو قديم من صخور ومتاحجرات وبقايا بشرية ونباتات... الخ. النشاط الإشعاعي الطبيعي تصنعه النظائر، والقنبلة الذرية تستعمل نظيراً لليورانيوم.\*



\* إن للنظائر المشعة تطبيقات هامة للغاية في الحقل الطبي، سواء تشخيصية (الأصباغ المستعملة في عمليات التصوير بالأشعة المختلفة – أو ما تسمى بالأشعة الملونة)، علاجية (العلاج بالأشعة لحالات الأورام السرطانية أو الأدوية الإشعاعية المستعملة لعلاج أمراض الغدة الدرقية مثلاً)، أو تحليلية (تحديد مكونات الدم والبول ومحترها من الهرمونات والأدوية والمستضادات) – المترجم.

# لب الأرض و وساحتها

Earth's Core and Mantle

سنة الاكتشاف 1914م

ما هذا الاكتشاف؟ تكون الأرض من طبقات، لكل منها كثافتها وحرارتها  
وتركيبتها المختلفة  
من المكتشف؟ بينو غوتبرغ

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من المستحيل أن ترى أو تخاطر أو حتى ترسل مجسات لأكثر من أميال قليلة تحت سطح الأرض. تكاد المسافة التي تربو الأربعية آلاف ميل من سطح الأرض لمرکزها أن تكون بعيدة كلياً عن متناول البشر. ومع ذلك، لم يكن بقدور العلماء فهم كوكبنا وتكونه دون امتلاكه لمعرفة دقيقة بذلك الباطن الخفي.

قدم بينو غوتبرغ أول تعليل منطقى لباطن كوكب الأرض. فاكتشافه أثبت بأن الأرض ليست كوكباً متجانساً صلداً، ولكن مقسماً إلى طبقات. كان غوتبرغ أول من قدر حرارة لب الأرض وخواصه الفيزيائية تقديرأً صحيحاً. تعتبر اكتشافاته من الأهمية بحيث عادة ما يُعد صاحبها أباً لعلم فيزياء الأرض (الجيوفيزيا).

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

من مواليد عام 1889م بمدينة دارمشتات بألمانيا، شف بينو غوتبرغ Beno Gutenberg بالعلم منذ طفولته ولطالما أدرك بأنه سيصبح راصداً جوياً في المستقبل. ومع البدء بثاني عام له في دراسته الجامعية لعلم الأرصاد الجوية عام 1907م، شاهد إعلاناً يصرّح بتشكيل فرع بالعلم الجديد المسمى فيزياء الأرض (جيوفيزيا) في جامعة غوتبرغ.

راقت لغوتبرغ فكرة تشكيل فرع بعلم جديد بالكامل. فانتقل للدراسة بجامعة غوتبرغ، وأثناء تخصصه في علم الأرصاد الجوية، درس تحت إشراف إميل وينيرت Emil Wiechert، أحد رواد العلم الناشيء المعروف بعلم الزلازل (السيسمولوجي) - علم دراسة الموجات الناجمة عن الزلازل والهزات الأرضية.

حين تخرجه عام 1913م، كان غوتيرغ قد تَحَوَّلَ من علم الأرصاد الجوية (دراسة الجو) إلى علم فيزياء الأرض (دراسة باطن الأرض). لقد كان ذلك مثلاً على التواجد في المكان المناسب بالوقت المناسب.

كانت بمتناول يد غوتيرغ جميع بيانات ويخبرت دراسته، الجموعة الأكثر اتساعاً وشمولاً للبيانات الزلزالية بالعالم. كان ويخبرت قد رَكَّزَ على جمع البيانات، أما غوتيرغ فقد رَكَّزَ على دراسة أمماط هذه البيانات.

وَجَدَ غوتيرغ بأنَّهُ، فُوذِجيَاً، لم تكن الموجات الزلزالية تصل جميع أجزاء سطح الأرض، حتى عندما كانت المزارات قوية بدرجة كافية لِتُقْاسَ في كل مكان. لقد تواجدت دوماً منطقة ظل shadow zone امتدت على نحو مستقيم تقريباً من مكان الحدث عبر الكمة الأرضية، خلت تماماً من أية موجات زلزالية.

كما لاحظ بأنَّ الموجات الزلزالية تبدو وكأنَّها تنتقل بسرعة مختلفة على مسارات مختلفة عبر الأرض. كل هذا جعل من غوتيرغ يعتقد بأنَّ باطن الأرض ليس كتلة صلدة متجانسة، بل يجب أن يمتلك بعض طبقات أو مناطق منفصلة.

استقر غوتيرغ على تصوير الأرض كاليضة، فسطح الأرض رقيق وهش كفِّشة اليضة، مع لب (كسفار اليضة) أكثر كثافة من الوشاح الخيطي (كبياض اليضة).

لو افترضنا بصحة هذا التصوير، فإنَّ الموجات الزلزالية المتوجهة نحو اللب ستغير من سرعها وستحيد (تشتت) نظراً لاختلاف الكثافة بين الطبقتين. أحد أنواع الموجات الزلزالية التي درسها غوتيرغ كان ما يسمى transverse waves أو «الموجات المستعرضة». لم تكن هذه الموجات لتتدخل اللب باتفاق. من معرفته بأنَّ الموجات المستعرضة تتشتت سريعاً في الخيط السائل، فمن غوتيرغ أن يكون لب الأرض سائلاً هو الآخر.

كان غوتيرغ يمتلك بيانات كافية عن درجات الحرارة المسجلة لما يكفي من الموجات الزلزالية لحساب الكبر والكتافة المفروضين لللب حتى يخلق أمماط الحرود التي سجّلها علماء الزلازل. إن للب الأرض، قال غوتيرغ، قطرًا يساوي 2100 ميلاً.

بناء على هذه الحسابات وتجارب كيميائية أجراها في أوائل عام 1914م والتركيب الكيميائي المقاس للنيازك، قدر غوتيرغ أنَّ اللب كان خليطاً سائلاً من النيكل والحديد، بينما تكون الوشاح من مادة صخرية.

تم القبول بنموذج غوتيرغ على الفور ولم يُعدَّ عليه حين عام 1938م. ففي ذلك العام، أثبتت إينغ ليمان Inge Lehman دراسة مفصلة عن موجات «P» (نوع آخر من الموجات الزلزالية) وبمعدات أكثر تطوراً بكثير من تلك المستعملة عام 1914م. أظهر بحثها أن لب الأرض مقسم إلى لب داخلي صلب وآخر خارجي سائل، كما قسمت الوشاح أيضاً إلى غلاف داخلي وآخر خارجي. لقد أكمل هذا الاكتشاف صورتنا الأصلية عن باطن كوكبنا الأم.

حقائق طريفة؛ تعتبر قشرة الأرض صلبة - كما هو اللب الداخلي.  
ولكن ما بينهما من لب خارجي \* ووشاح (90% من كتلة الأرض)،  
فموجود بحالة سائلة إلى شبه صلبة مذابة. نحن لا نعيش على كوكب صلد  
 تماماً.



---

\* يعتقد أن اللب الخارجي هو مصدر الحقل المغناطيسي للأرض، حيث يتميز بخاصية المحرك «الدينامو» التي تولد تيارات كهربائية ضمن محیطه السائل - المترجم.

# الانجراف القاري

## Continental Drift

سنة الاكتشاف 1915م

ما هذا الاكتشاف؟ تنجذب قارات الأرض وتتحرك على مر الزمن

من المكتشف؟ ألفريد فيغner Alfred Wegener

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

قبل اكتشاف فيغنر، اعتقاد العلماء أن الأرض كانت بمثابة جسم ساكن - لا يتغير أبداً، الآن كما كان في السابق. قاد اكتشاف ألفريد فيغنر، بأن قارات الأرض تنجذب عبر وجه الكوكب، إلى النظريات الحديثة عن دراسة تركيب وحركات الطبقات الجيولوجية وإلى فهم صائب للكيفية التي تتحرك وتتسابق وتفاعل بها قشرة كوكب الأرض وغضائده ولبه. كما خلق أول إدراك بالتاريخ الديناميكي لكوكب الأرض.

فك اكتشاف فيغنر ألغازاً مستعصية في العديد من حقول المعرفة - وينفس الوقت حرّك أسئلة جديدة إلى السطح لا تزال موضع جدل إلى يومنا هذا. بأي حال من الأحوال، يقف هذا الاكتشاف حجر أساس في فهمنا الحديث لعلوم الأرض.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد ألفرد فيغنر Alfred Wegener عام 1880م ببرلين. كان غير مرتاح بالال على الدوام وفعلاً أكثر من كونه مفكراً، فانتقل بتخصصه الجامعي من علم الفلك إلى علم الأرصاد الجوية لأن «علم الفلك لم يتيح فرصة بالحركة الجسدية». عقب تخرجه، تعاقد فيغنر على السفر إلى أيسلندا وغرينلاند لأغراض الاستطلاعات الجوية، وذلك عامي 1908 و1906.

بينما لا يزال على سفره عام 1910م، لاحظ فيغنر التناقض المدهش للخطوط الساحلية لأمريكا الجنوبية وأفريقيا. لم يكن فيغنر، بطبيعة الحال، أول من يلاحظ هذا التناقض، ولكنه كان بالتأكيد أول من فكر بأهميته.

في عام 1911م، أظهرت خرائط محيطية جديدة الرفوف القارية للمحيط الأطلسي (الرفوف القارية هي عبارة عن رفوف تحت مائية سطحية تتد خارجة عن القارات). لاحظ فيغير تنسقاً وتطابقاً بين الرفوف القارية لأمريكا الجنوبية وإفريقيا أفضل حتى من ذلك الذي لاحظه في الخطوط الساحلية من قبل. لقد «تطابقت كقطع لعنة الصور المقطعة».

أدرك فيغير أن هذا التطابق المتكامل لم يكن محض مصادفة، وتوقع بأن تكون القاراتان مرتبطتين يوماً ما - رغم أنها منفصلتان الآن بـآلاف من أميال المحيط. لقد كانت تلك ملاحظة جذرية من نوعها طالما افترض العلماء جميعاً بأن القارات لم تتحرك إطلاقاً عن مواقعها الراسخة على كوكب الأرض.

في ذات السنة أيضاً، قرأ فيغير دراسات لاحظت نفس الاكتشافات المتحجرة في أمريكا الجنوبية وفي أجزاء متاظرة من إفريقيا الساحلية. افترض العديد من العلماء وجود جسر أرضي يوماً ما بين الالنتين مما سمح للأنواع النباتية والحيوانية بالاختلاط بعض. هذا الجسر، استرسلوا في افتراضهم، سقط منذ زمن بعيد إلى قعر المحيط.

من جانبه آمن فيغير باستحالة وجود جسر أرضي في الزمان القديم، وإنما كان قد ترك علامات دالة على أرضية المحيط وخلق تشوهات تجاذبية لم يُعثر عليها جميعاً. فقرر في عام 1912م أن يعتمد على حقول ومصادر مختلفة لتجسيد دليل دامغ يثبت أن القارات كانت ملتحمة في يوم من الأيام.

استسقى فيغير معظم بياناته الجيولوجية من العمل الميداني الواسع النطاق لإدوارد سويس Eduard Suess. ففي مكان تلو الآخر، اكتشف سويس تطابقاً مضبوطاً للصخور الساحلية المقابلة على جانبي المحيط.

تدفق فيغير خلال اكتشافاته المئات من المسوح الجيولوجية لُظهرت بأن تركيب الصخور، اختلاطات الأنواع الصخرية، وطبقات الصخر على القاراتين (أمريكا الجنوبية وإفريقيا) قد طابت بعضها البعض على امتداد الخط الساحلي. حيث وجد تراكيب تعرف بالأعمدة (مرفقة بال MAS) على كل من جانبي جنوب الأطلسي، وبوضع متقابل تماماً. كما جمع أيضاً سجلات عن التجمعات الماضية والحاضرة للنباتات على جانبي الأطلسي وخطط لها لبيان الكيفية التي تطابقت بها على امتداد خط الساحل.

التفسير الوحيد الذي قدر فيغнер على إعطاءه حول هذه التشاهدات هو أن أمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا متحدين في قارة واحدة ثم انجرفت إحداهما أو كلياً بعيداً. ثم توسيع في نظريته لتغطي كافة القارات (فمثلاً، كانت أمريكا الشمالية متحدة يوماً ما مع أوروبا) ووصل إلى استنتاج مؤداه أن الكتل اليابسة لكوكب الأرض كانت ملتحمة ببعض في وقت من الأوقات مشكلة قارة واحدة شاسعة، أطلق عليها Pangaea أو «بانجيا» (مشتقة من الإغريقية بمعنى «جحيم الأرض»).

دفع فيغنر باكتشافاته ونظريته إلى النشر عام 1915م. كان علماء العالم شاكين باستنتاجاته ومتأثرين في نفس الوقت بكمية وتنوع البيانات التي قدّمها. اكتشف فيغنر ظاهرة الانجراف القاري، ولكن تعذر حين عجز عن شرح الكيفية التي انجرفت بها القارات (ماهية القوة التي قادها عبر قاع المحيط الأكثـر كثافة).\*

بعدها باربعين عاماً، اكتشف هارفي هييس Harvey Hess ظاهرة انتشار قاع البحر وأملأ بذلك هذه الشغرة في نظرية سلفه فيغنر.

حقائق طريفة، الهيمالايا، النظام الجبلي الأعلى في العالم، ناتجة عن التصادم المستمر بين طبقتين جيولوجيتين عظيمتين (طبقة أوراسيا وشبه القارة الهندية)، والذي بدأ قبل 40 مليون سنة خلت.



\* كان فيغنر في خضم البحث عن الدليل القطاعي لإثبات صحة نظريته، عندما تعرضت قائلته إلى عاصفة ثلجية هوجاء في جزيرة غرينلاند عام 1930م، فعنرا عليه أصحابه ميتاً بعد فترة - المترجم.

## الثقوب السوداء

### Black Holes

سنة الاكتشاف 1916م

ما هذا الاكتشاف؟ نجم منهار من الكفاقة وكير السحب التجاذبي بحيث لا يقدر، حتى الضوء، من الإفلات منه. هكذا نجوم ستبدو مثل ثقوب سوداء في كون أسود

من المكتشف؟ كارل شفارتزشيلد Karl Schwarzschild

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر الكثيرون أن الثقوب السوداء هي الأعجوبة العظمى للكون، والأكثر غرابة من بين جميع الأجرام السماوية. قد تكون الثقوب السوداء أماكن ولادة لأكونات جديدة، بل وحتى لأبعاد جديدة، وقد تشير إلى بداية ونهاية الزمن. يُعدّها البعض وسائل محتملة للسفر عبر الزمن وكذلك للسفر بأسرع من سرعة الضوء. يؤمّن الكثيرون بأن الثقوب السوداء قد تكون المصدر النهائي للطاقة في المستقبل، فتعمل كمحطات لتوليد القدرة على امتداد المجرات.

كانت الثقوب السوداء، بالتأكيد، بمثابة لغز عظيم، نظري أولاً ثم عملي لاحقاً، في علم الفلك بالقرن العشرين. فاكتشافها دفع بالعلم خطوة جباره نحو فهم الكون من حولنا وأدى بدليل قاطع على صحة نظرية آينشتاين في النسبية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في الحقيقة، ليس الثقب الأسود ثقباً على الإطلاق. فهو عبارة عن نجم منهار تَحْشِم على ذاته. كلما تكشف النجم، ازدادت جاذبيته. فلو أصبحت جاذبية النجم منهار من القوة بحيث لا يستطيع حتى الضوء ( دقائق تنتقل بسرعة الضوء) الإفلات من سحبه التجاذبي، فإنه سيبدو مثل ثقب أسود (في الخلفية السوداء المعتمة للفضاء).

نال رجلان اثنان شرف اكتشاف هذه الظواهر الغريبة والغير المرئية. أما الأول، فكان الفقي المعجزة، الفلكي الألماني، كارل شفارتزشيلد Karl Schwarzschild.

أظفاره، افتتن شفارتزشيلد بـالميكانيكا السماوية (حركة النجوم)، ونشر أول تقريرين له عن النظرية المفسّرة للكيفية التي تتحرك بها النجوم المزدوجة وهو لم يبعد سن السادسة عشرة (في 1889م). وفي العام 1900م، ألقى شفارتزشيلد محاضرة أمام الجمع الفلكي الألماني افترض من خلالها بأن الفضاء لا يعمل كصندوق منتظم ثلاثي الأبعاد، بل يعوج بطرق غريبة، ويسحب ويُدفع من قبل الجاذبية. أسمى شفارتزشيلد هذه الظاهرة «الحناء الفضاء».

بعدها بخمس سنوات، نشر آينشتاين معادلاته في الطاقة ونظريته في النسبية، والتي تحدثت بدورها عن الحناء الفضاء. في عام 1916م، وأثناء خدمته مع الجيش الألماني على الجبهة الروسية خلال الحرب العالمية الأولى، كان شفارتزشيلد أول من يحل معادلات آينشتاين في النسبية العامة. وجد بأنه عندما ينكشم نجم ما إلى نقطة واحدة من مادة تفوق بكثافتها الخيال، فإن سحبه التجاذبي سيزداد بحيث يتوجب على دقة (جسم) ما أن ينتقل بسرعة أكبر وأكبر حتى يفلت من أسر تلك الجاذبية (تدعى سرعة الإفلات). أظهرت حسابات شفارتزشيلد بأنه عندما ينهار نجم عملاق وينكمش إلى نقطة واحدة من مادة لامائة الكثافة، فإن سرعة إفلاته ستتفوق سرعة الضوء. لا شيء إذن يمكنه الإفلات من هكذا نجم منهار. فالأمر سيبدو وكأن الجسم أو النجم قد اختفى ولم يعد موجوداً في كوننا هذا.

بهذه الحسابات، اكتشف شفارتزشيلد مفهوم الثقب الأسود عام 1916م ، واستحدث التعبير الذي تداولها اليوم لوصفه (أفق الحدث، سرعة الإنفلات... الخ). لكن اكتشافه للثقوب السوداء كان اكتشافاً «رياضيًّا»، دون أن يؤمن بتواجدها فيزيائياً. فقد اعتقد أن ما قام به كان تبريناً حسابياً لا غير.

بعد حسين عاماً، بدأ الفلكيون بالبحث جدياً عن نجوم شفارتزشيلد المنهارة الغير المرئية. وإدراكاً منهم بطبيعة التستر والخلفاء لهذه النجوم، قام الفلكيون بتبسيط الحركات الغير المفسّرة للنجوم التي أمكنهم رؤيتها وبالتالي إظهارها على أنها ناجحة عن السحب التجاذبي لثقب أسود مجاور غير مرئي. (ابتكر الفلكي جون ويلر John Wheeler اسم «الثقب الأسود» عام 1970م)

في عام 1971م، أظهرت حسابات فريق ويلر بأن النجم الشائي الباعث للأشعة السينية، سيفنس أكس-1-1 Cygnus X-1، كان نجماً يدور حول ثقب أسود. كانت تلك المرة الأولى التي يتم فيها تقصي أي ثقب أسود على الإطلاق.

لم يتم العثور على ثقب أسود في مجرة درب التبانة إلا عام 2004م، وذلك من قبل البروفيسور فيل تشارلز Phil Charles من جامعة ساوثامبتون ومارك واغنر Mark Wagner من جامعة أريزونا، وكان على بعد 6000 سنة ضوئية من الأرض ضمن هالة مجرتنا. ولكن يبقى لكارل شفارتزشيلد شرف اكتشاف كيف «بدت» الثقوب السوداء وكيف يمكن تحديد موقع أحدها، وذلك عام 1916م.\*

حقائق طريفة، مكتشفاً في كانون الثاني (يناير) من عام 2000م، فإن أقرب ثقب أسود عن الأرض يقع على بعد 1600 سنة ضوئية فقط من الأرض ويدعى V4641 Sgr. هذه الثقوب السوداء الاعتيادية تكبر الشمس كافية ببعض مرات، ولكن تقع الثقوب السوداء الفاتحة الكثافة في صميم المجرات وقد تفوق كثافتها كثافة الشمس بملايين المرات.



---

\* وهو ذات العام الذي قضى فيه هذا العالم نحبه، متأثراً بمضاعفات مرض جلدي نادر نسبياً يعرف بمرض الفقاع pemphigus أو مرض أيوب (حيث يعتقد بأنه ذات المرض الذي ألم بالنبي أيوب عليه السلام) - المترجم.

## الإنسولين

Insulin

سنة الاكتشاف 1921 م

ما هذا الاكتشاف؟ الإنسولين هو هرمون ينتجه البنكرياس يسمح للجسم  
سحب السكر من الدم وبالتالي حرقة لإنقاص الطاقة  
من المكتشف؟ فريديريك بانتنغ Frederick Banting

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف فريديريك بانتنغ طريقة لإزالة واستعمال «عصارة» بنكرياس الحيوانات لإنقاذ حياة مرضى السكر من البشر. يُدعى هذا الهرمون «الإنسولين». لقد أنقذ اكتشافه ملايين الناس من براثن الموت. وفي وقت جرت العادة فيه أن تكون كلمة السكري بمثابة حكم بالموت، وغابت فيه أية طريقة معروفة للتوعيّض عن وظيفة البنكرياس بعد توقفه عن إنتاج الإنسولين، جاء اكتشاف بانتنغ ليغيّر الأوضاع رأساً على عقب.

رغم أن الإنسولين ليس علاجاً شافياً لداء السكر، إلا أن هذا الاكتشاف كان كفياً بتحفيض حكم الموت لهذا المرض إلى خلل قابل للمعالجة، يعيش به ملايين من الناس حياة صحية وطبيعية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أوائل عام 1921م، جاء جراح الكسور الكندي، البالغ من العمر ثمانية وعشرين عاماً، فريديريك بانتنغ Frederick Banting بنظرية - كانت أشبه بفكرة مبهمة، في الحقيقة - تصف طريقة لمساعدة المرضى المعانين من داء السكر.  
كان المسلك المرضي لداء السكر معروفاً تقريباً ذلك الحين:

الخلايا الخارجية من البنكرياس تفرز عصارات هضمية قوية، ولكن الخلايا الداخلية تنتج هرموناً رقيقاً يتدفق مباشرة إلى مجرى الدم. فأنسجة الجسم تحصل على طاقتها من السكريات الموجودة في الزيار الدموي، والتي تأتي من الطعام. لكن الجسم لا يقدر على

سحب السكر خارجاً من تيار الدم دون وجود ذاك الهرمون المفرز من قبل الخلايا الداخلية للبنكرياس.

فعندها تتوقف الخلايا الداخلية ل البنكرياس شخص ما عن صنع ذلك الهرمون، فإن خلاياه تعجز عن سحب السكر من الدم، وبالتالي يصبح التيار الدموي مكتظاً بالسكر ويكافح للتخلص منه عبر الزيادة في التبول. فيعرض الجسم للجفاف، ويعتلي الشخص في صحته حتى يموت.

إذن، كان الموت نتيجة حتمية للمريض بالسكر عام 1921م، في ظل غياب علاج ما يعيد للجسم توازنه الأيضي الطبيعي.

حاول الباحثون الحصول على هرمون البنكرياس (الذي أشاروا إليه بـ«العصارة») من الحيوانات. ولكن عند طحن البنكرياس، فإن العصارات الماضمة المفرزة من قبل الخلايا الخارجية كانت من القوة بحيث حطمت العصارة الرقيقة المفرزة من قبل الخلايا الداخلية قبل استعمالها والاستفادة منها.

قرأ بانتشغ مقالاً للدكتور موسيس بارون Moses Barron وصف فيه مصير بضعة مرضى عانوا من انسداد في القنوات الناقلة للعصارة الماضمة من الخلايا الخارجية للبنكرياس إلى الأمعاء. وكانت هذه الأحاضن القوية قد انحصرت داخل الخلايا الخارجية وحطمتها. أي يمكن أن نقول حرفياً أن الخلايا قد انطفأت وتجففت.

تساءل بانتشغ إمكان تعمد قتل خلايا البنكرياس الخارجية لحيوان ما وبالتالي حصد عصارة خلايا الداخلية للاستعمال من قبل مرضى السكر.

كانت خطته بسيطة بما فيه الكفاية: أعمل عملية جراحية لربط القنوات الصادرة من الخلايا الخارجية ل البنكرياس كلب، انتظر للأسابيع الشامية التي ذكرها الدكتور بارون في مقالة، وأأمل بأن الخلايا الخارجية قد جفت وماتت.

أخيراً، في عملية ثانية، كان على بانتشغ أن يقصد ببنكرياس الكلب ويرى إن كان لا يزال يحوي الخلايا الداخلية المنقذة للحياة وعصاراتها الشمية. وكان عليه أن يحدث مرض السكر اصطناعياً في كلب آخر ويلاحظ مدى قدرة السائل البنكرياسي للكلب الأول على إيقائه على قيد الحياة.

دون أي تمويل أو رأس مال، تدبر بانتناع استعمال مختبر وستة من كلاب الاختبار. كانت العملية الجراحية بسيطة من نوعها، ولكن كان عليه الآن أن يتضرر ثانية أسابيع لحين موت الخلايا الخارجية.

على أية حال، بحلول الأسبوع السادس دخل الكلب المريض حالة من الإغماء، تعتبر آخر مراحل مرض السكري قبل الموت. فقام بانتناع بإجراء عملية فورية على أحد الكلاب الآخرين، وأزال بنكرياسه بنجاح، ثم طحن هذا النسيج واستخلص عصارته بإذاته في محلول للكلوريد، وحقن كمية قليلة من هذه العصارة إلى الكلب المريض بالسكري.

لم يمض سوى ثلاثة أيام حتى استفاق الكلب من غيبوبته، ثم توقف على قدميه في غضون ساعتين فقط، وبدأ بالترحّق الثانية من أعلى التلة. بمحنة أخرى انتعش الكلب المسكين بالطاقة وبدأ بالنباح والتلوّح بذيله.

كان بانتناع في غاية الشوّة والفرح. فقد صدق حده فعلاً!

أطلق الدكتور جون ماكلويد John Macleod على هذه العصارة اسم «إنسولين insulin»، وذلك خلال الستينتين اللتين عمل فيها مع الدكتور بانتناع بحثاً عن طريقة للحصول على هذه العصارة الثمينة دون إلحاق الأذى بكلاب المختبر - مأثرة حققاها في النهاية\*\*.

حقائق طريفة: في عام 1922م، كان صبي في الرابعة عشرة من عمره يعاني من النوع I لداء السكري diabetes type I أول من يُعالج بالأنسولين، واظهر حينها تحسناً سريعاً من نوعه.



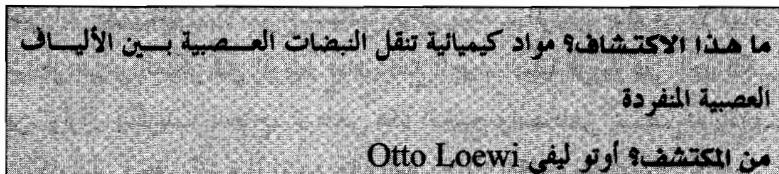
\* وذلك اشتقاداً عن لفظة *insula* اللاتينية بمعنى «الجزيرة»، إشارة إلى جزر لانغرهانز في البنكرياس التي تقوم بإفراز هذا الهرمون - المترجم.

\*\* وحققوا جائزة نوبل في الطب (أو الفسلحة) عام 1923م عن جداره و استحقاق (علمًاً أن بانتناع أصغر من حاز على جائزة نوبل في الطب، بعمر الثانية و الثلاثين)- المترجم.

## الناقلات العصبية

### Neurotransmitters

سنة الاكتشاف 1921م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

على غرار فك الشفرة الوراثية وصناعة القنبلة الذرية، يُعد اكتشاف الطريقة التي يتواصل بها نظام الخلايا العصبية للدماغ واحداً من التطورات الجوهرية للعلم خلال القرن العشرين.

ترسل الأعصاب إشارات حسية إلى الدماغ، والدماغ بدوره يوسع بأوامر إلى العضلات والأعضاء من خلال الأعصاب. لكن كيف؟ أحدث اكتشاف أوتو ليفي للناقلات العصبية (المواد الكيميائية التي تجعل من هذا التواصل ممكناً) ثورة في طريقة تفكير العلماء عن الدماغ وحتى ما يعنيه هذا التركيب العقدي للإنسان. تسيطر الناقلات العصبية على الذاكرة، التعلم، التفكير، السلوك، النوم، الحركة، وكذلك جميع الوظائف الحسية. كان هذا الاكتشاف مفتاحاً من مفاتيح فهم وظيفة الدماغ ومنظومته.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1888م، كان عالم التشريح الألماني هاينريش فالدر-هارتز Heinrich Walder-Hartz أول من افترض بأن الجهاز العصبي مؤلف من شبكة منفصلة من الخلايا، اسمها *neurons* «العصبيات أو الخلايا العصبية». كما استنتج أن نهايات الخلايا العصبية المفردة تقترب من بعضها البعض ولكن دون أن تلامس فعلياً. وفي عام 1893م، أَتَى العالم الإيطالي كاميللو كوجي Camillo Colgi طريقة جديدة لصبغ الخلايا أظهرت أدق التفاصيل تحت الميكروскоп، فأثبتت على ضوئها صواب فالدر-هارتز في دعواه.

أحدث اكتشاف فالدر-هارتز، على أية حال، جدلاً واسعاً في الأوساط العلمية. إذا لم تلامس الخلايا العصبية حقاً، فكيف تتوصل مع بعض؟ ذهب بعض العلماء بالقول أن

الإشارات لا بد أن ترسل كهربائياً، طالما أن هناك تيارات كهربائية في الدماغ، في حين جادهم فريق ثانٍ بأن الإشارات العصبية لا بد مرسلة كيميائياً طالما لم يُعثر على ارتباطات كهربائية متباعدة بين الخلايا العصبية المنفردة. وما زاد من الطين بلة، أن أحداً من الفريقين لم يقدر على إثبات موقفه.

ولد أوتو ليفي Otto Loewi في فرانكفورت بألمانيا عام 1873م. أراد أن يصبح مؤرخاً فـي إلا أنه لم يجد بدا من الرضوخ إلى ضغط عائلته فدخل كلية الطب. بعد نجاحه في اختباره الطبي بشق الأنفس، عمل ليفي في مستشفى المدينة بفرانكفورت. إلا أنه أصبح بنبوة من الكآبة وهو يرى كل تلك الأعداد التي لا حصر لها من حالات الوفاة، وهول المعاناة التي عاشها مرضى السل وذات الرئة من صاحت بهم أروقة المستشفى، فيلقون حتفهم تباعاً دون علاج شافٍ وفعال.

ترك ليفي الممارسة العملية الطبية وتحول إلى مجال البحث الدوائي (دراسة العقاقير والأدوية وتأثيراتها على أعضاء الجسم البشري)، دارساً الكيفية التي استجابت بها الأعضاء البشرية المختلفة (بما فيها الكلية والبنكرياس والكبد والدماغ) للمحفزات الكهربائية والكميائية، ومضمناً إليها في بحوث ومقالات قدمها على مرّ خمس وعشرين سنة تالية (1895-1920).

في عام 1920م، ركَّز ليفي معظم اهتمامه على دراسة الأعصاب. فقد اقتتنع بنقل المواد الكيميائية للإشارات بين الألياف العصبية، ولكن شأنه شأن غيره من فريقه من الباحثين، لم يستطع أن يثبت افتئاعه هذا. ثم حدث ما حدث، وجاءه الجواب في الحلم - كما صرَّح بذلك لاحقاً.

كانت ليلة ما قبل عيد الفصح من عام 1921م قد شارت على الانتصار، عندما هبَّ ليفي من نومه مجفلًا، فتناول ورقة خربش عليها بعض الملاحظات عن فكرة حلمه، واستكممل نومه من جديد. لدى استيقاظه صبيحة اليوم التالي، وجد ليفي نفسه عاجزاً عن قراءة ملاحظاته المطلسمة، والأسوأ أنه نسي ما رأه في منامه أيضاً. كل ما تذكره أن حلمه وملاحظاته كانت مهمة للغاية.

في الليلة التالية، استيقظ ليفي من نفس الحلم ثانية حوالي الساعة الثالثة صباحاً، متذكراً إياه بوضوح هذه المرة. فلم يجرؤ على الخلود للنوم مجدداً، بل نهض واتجه إلى

مخبره، وشرع ياجراء تجربته البسيطة التي جاءته في المساء - والتي داع صيتها بعد ذلك، وخرجت من حلم صاحبها لتدخل التاريخ إلى الأبد.

أزال ليفي كلينين جراحيًّا وهما لا زالا في حالة خفقان، ووضع كلاً منهما في وعائه الخاص من محلول السلايين (ملح)، مبقيا على العصب الذاتي (العصب التاله *Vagus*) لأحد القلبين دون الآخر. فعندما سلط ليفي تياراً كهربائيًا صغيراً على العصب التاله للقلب الأول، تباطأ عن الخفقان. وعندما سمح بعض السلايين بالتدفق من الوعاء الأول إلى الوعاء الثاني، تباطأ القلب الموضع في الوعاء الأخير ليتناسب مع السرعة الطبيعية للقلب الأول.

لم تكن الكهرباء ما أثر في القلب الثاني، بل لا بد أن تكون مادة كيميائية تحركت من العصب التاله للقلب الأول إلى محلول السلايين، الذي تواصل بعد ذلك مع القلب الثاني وسيطر عليه. اكتشف ليري أن الخلايا العصبية تواصل مع بعضها بمواد كيميائية، وأطلق على هذه المادة الكيميائية بالذات *vagusstoff* «فيغستوف».\*

كان صديق ليفي، الإنجليزي هنري ديل Henry Dale، أول من عزل وفك تركيب هذه المادة الكيميائية، التي نعرفها الآن باسم *acetylcholine* «أسيتيلكولين». كما ابتكر ديل اسم *neurotransmitters* أو «الناقلات العصبية» لوصف هذه المجموعة من المواد الكيميائية التي تتناقلها الأعصاب في التواصل مع بعضها البعض\*\*.

حقائق طريفة: أطول خلية عصبية في الجسم، العصب الوركي sciatic nerve تنتهي من أسفل منطقة العمود الفقري إلى القدم - حوالي قدمين إلى ثلاثة أقدام طولاً!



\* دعي ليري أبي لعلم الأعصاب **neuroscience** - المترجم.

\*\* تقاسم الصديقان جائزة نوبل في الطب (أو الفلسفة) عام 1936م عن جدارة واستحقاق - المترجم.

# تطور الإنسان

## Human Evolution

سنة الاكتشاف 1924م

ما هذا الاكتشاف؟ تطورت أشباه البشر لأول مرة في إفريقيا وذلك من عائلة القردة - كما افترض داروين  
من المكتشف رaimond Dart

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطالما تسألاً البشر كيف أتوا على سطح هذا الكوكب، وقدّمت الأديان والثقافات جيّعها تقريرًا تفسيرًا وقصصها حول نشأة الإنسان. في أوائل القرن العشرين، آمن معظم العلماء بأن البشر الأوائل ظهروا في آسيا أو شرق أوروبا، ثم جاء دارت ليكتشف هجومًا تاونغ ليقدم بذلك أول دليل راسخ على تطور إفريقي لأشباه البشر الأوائل وكذلك أول متحجر رابط بين البشر والقردة، مرسخاً بذلك جزءاً من نظريات داروين. أعاد هذا الاكتشاف توجيه دفة جميع البحوث التطورية البشرية ويعتبر حجر أساس لمعتقدات العلم الحديثة حول تاريخ ونشأة أنواعنا.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد راي蒙د دارت Raymond Dart في كويزلاند باستراليا عام 1893م، وذلك في حقل عشي حيث كانت عائلته تكافح لرعي الماشي. تفوق وبلغ في دراسته فحصل على زمالة لدراسة الطب وتخصص بعلم التشريح العصبي. في عام 1920م، تقدّم منصباً مرموقاً كمساعد لغرافتون إليوت سميث Grafton Elliot Smith بجامعة مانشستر الإنجليزية. ولكن تدهورت علاقتها و، في العام 1922م، بفترة قصيرة بعد عيد ميلاده الثالثين، نُقل دارت ليصبح بروفيسوراً للتشريح في جامعة وتوترساند الحديثة التأسيس آنذاك بمدينة جوهانسبورغ في جنوب إفريقيا. وصل دارت هناك وهو يشعر بحرارة البذ وخيانته.

في عام 1924م، علم دارت بأمر بضعة جاجم متحجرة لقردة السعدان عشر عليها بالقرب من مقلع للأحجار الجيرية في تاونغ، فطلب بإرسالها إليه وكذلك أية متحجرات يتم

العثور عليها في ذلك الموقع. لم يتوقع دارت إيجاد أي شيء مثير للاهتمام في تلك المتحجرات، ولكن المتحف التشربي للجامعة الجديدة كان بحاجة ماسة لأي شيء يمكن أن يسد نقص محتوياته، في حقيقة الأمر.

تُقل أول صندوقين من العظام المتحجرة إلى منزل دارت بعد ظهرة أحد أيام السبت بأوائل شهر أيلول (سبتمبر) من عام 1924م، في وقت كان يرتدي فيه ملابسه استعداداً لاستقبال حفل زفاف كان سيقام في منزله في مساء ذلك اليوم. فالكلاد وجد وقتاً ليضع الصندوقين جانباً، ولكن دفعه الفضول بعد ذلك أن يفتحهما هناك في الممر المفضي إلى مدخل داره. كما تصور، عند فتحه لم يخفي الصندوق الأول على أي شيء ملفت لانتباه الناظر.

على أية حال، كان يوجد على كومة الصخور التي احتواها الصندوق الثاني شيء سرعان ما أجزم دارت أنه قالب مصاغ عن السطح الداخلي للجمجمة - أو بالأحرى دماغ متاحجر (أمر نادر بكل المقاييس). كما أدرك دارت من أول نظرة أن هذا لم يكن دماغ قرد اعتيادي، فقد بدا أكبر من دماغ قرد السعدان بثلاثة أضعاف بل وحتى أكبر بكثير من دماغ قرد الشمبانزي البالغ.

كان شكل الدماغ مختلفاً بدوره عن دماغ كل قرد سبق أن درسـه دارت. الدماغ الأمامي بدا كبيراً وبارزاً بحيث غطى الدماغ الخلفي، فكان أقرب إلى دماغ الإنسان ومع ذلك لم يكن بشرياً كاملاً بالتأكيد. لا بد أنه كان حلقة وصل بين القرد والإنسان.

بحث دارت بحمية خلال الصندوق عليه يعثر على ججمة تطابق هذا الدماغ، فيمكنه بعدها تركيب وجه على هذا المخلوق. لحسن حظه، عثر على حجر كبير يحتوي على انخفاض احتله قالب الدماغ تماماً. وقف دارت متسمراً في غرفة داره الخارجـي وهو يمسك بقالب الدماغ والصخرة الحاوية على الججمة لفترة طويلة من الزمن بحيث تأخر عن حفل الزفاف الذي حرص على حضوره.

قضى دارت الأشهر الثلاثة اللاحقة وهو ينشرُ بتأن وصبر المادة الصخرية التي غطّت الججمة الحقيقية، مستعملاً إبر الخياطة الحادة لزوجته. قبل يومين من عيد رأس السنة، ظهر وجه طفل للعيان، تماماً ومنزوداً بطعم كامل من أسنان الحليب وأضراس نهائية لا تزال في طور الانبعاث. لقد عادت ججمة دماغ تاونغ، إذن، إلى طفل بدائي شبيه بالبشر.

كتب دارت لفورة مقالاً إلى مجلة *Nature* أو «الطبيعة» واصفاً اكتشافه للشبه البشري البدائي early humanoid وهو مظهراً فيه كيف أن تركيب ارتباط الدماغ والحلب الشوكي قد دلَّ بشكل واضح على انتصاب الطفل على قدميه أثناء المشي. نادى دارت باكتشافه لـ«حلقة الوصل المفقودة» التي أظهرت الكيفية التي تطور بها الإنسان من القردة في السهل الإفريقي.

لم يكن المجتمع العلمي بالتأثير ولا بالملقتنع إزاء وصف دارت. بقي جميع علماء أوروبا مشككين في صحته إلى أن اكتشف الاسكتلندي المرموق روبرت بروم Robert Broom ججمة إفريقيَّة ثانية عام 1938 م ساند بها اكتشاف سلفه دارت ورسخه.

**حقائق طريفة:** آمن داروين بأن أشباه البشر humanoids ظهرت أول ظهور لها في إفريقيا. لم يصدقه أحد لخمسين عاماً، حتى كشف دارت الستار عن ججمته الشهيرة عام 1924 م.



## نظريّة الكمّ

### Quantum Theory

سنة الاكتشاف 1925 م

ما هذا الاكتشاف؟ نظام رياضي يصف سلوك العالم الدون ذري وصفاً دقيقاً

من الاكتشاف ماكس بورن Max Born

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في العشرين سنة الأولى من القرن العشرين، أحدث الاكتشاف المذهل للعالم الدون ذري صجة كبيرة في علم الفيزياء. قبل زمن بعيد، حيث الميكروسكوبات لم تكن من القوة ما يمكن للباحثين من مشاهدة الذرة، استعمل العلماء المبادئ الرياضية لجس العالم الدون ذري للإلكترونات والبروتونات و دقائق ألفا وبيتا.

قدّم العديد من الباحثين المشهورين أمثال ألبرت آينشتاين، فيرنر هيزنبرغ، ماكس بلانك، باول ديراك وآخرين نظريات لشرح هذا الفرع العلمي الجديد والغريب. ولكن دون جميع فطاحل العلم هؤلاء، حظي الرجل الرزين البسيط الذي يُدعى ماكس بورن بشرف اكتشاف نظرية كمية موحدة وصفت العالم الدون ذري بشكل نظامي ورياضي.

كانت هبة ماكس بورن للعالم عبارة عن حقل جديد شاسع من الدراسة نسميه «ميكانيكا الكم»، يُعد أساساً جمّيع علوم الفيزياء الذرية والنوية الحديثة وميكانيكا الحالة الصلبة. إنه بفضل من ماكس بورن يمكننا الآن أن نصف عالم الجسيمات الدون ذرية وصفاً كميّاً من نوعه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

نشر آينشتاين نظريته النسبية العامة في عام 1905 م. هكذا، وطوال آخر عام ونصف من دراسته الجامعية، عاش طالب الرياضيات بجامعة غوتينغن والبالغ من العمر خمساً وعشرين سنة ماكس بورن Max Born، عالماً يُضج بأعاجيب وتطبيقات ومكامن النظرية الجريئة والثورية لأينشتاين.

و هو يعاني مرارة خيبة الأمل لعجزه عن إيجاد منصب بعد التخرج يتسمى له من خالله

إنما دراساته حول العالم الدون ذري، عاد بورن أدراجه إلى بيته ليعمل وحيداً في غرفة تفوح منها عبق ذكريات الطفولة والصبا، وعلى طاولة استعملها يوماً ما لتأدية واجباته البيتية. فقضى ماكس بورن عامين كاملين وهو يحاول تطبيق تعاليمه الرياضية على مسائل النسبية الدون ذرية كما وصفت في نظرية آينشتاين، توجهماً باكتشاف طريقة مبسطة وأكثر دقة لحساب الكتلة الضئيلة للإلكترون.

نشر بورن تقريراً بعلاوهاته تلك، وحظي وراءها بمنصب مستدلم في جامعة غوتينغن. ولكن لم ينقض أسبوعان على مباشرته بعمله، حتى تُبَعَّدَ المنصب بين يديه من جديد. فخرج بورن على بيته ثانية من أجل سنة أخرى كاملة من الدراسة المستقلة وتقرير ثان يصف مراجعة منه للتطبيقات الرياضية لنظرية آينشتاين، قبل أن يُمنح منصباً تدريسيّاً بجامعة المذكورة.

على أية حال، كان التمويل البحثي الوحيد في الجامعة مختصاً لدراسة الطاقة الاهتزازية في البلورات. مثلاً بخيبة أمل جديدة وشعور بالإقصاء عن فرصة ثمينة لاقتاص تركيب الذرة، بدأ بورن بدراساته عن البلورات. على مر خمسة أعوام، قام بورن ومعاونين له بجمع وإثاء وقطع (إلى شرائح وتدية برقّة الورق) ودراسة وقياس وتحليل للبلورات.

في عام 1915م، انتقل بورن إلى جامعة برلين للعمل مع عملاق الفيزياء ماكس بلانك Max Planck. كان بلانك وأينشتاين في معمعة سباقهما لفك طلاسم العالم الدون ذري وفهم أغزاه. ومن جانبه أتي بورن بتفوقه الرياضي وفهمه للبلورات لمساعدة هذين الرجلين في مجهودهما الجهيد. لقد كانت تلك حالة كلاسيكية ليكون أخيراً في المكان المناسب بالوقت المناسب وبالخلفية المناسبة.

تكاثرت النظريات المقدمة لشرح السلوك الخاص من نوعه للجسيمات الدون ذرية. لكن لم يتمكن أحد من تقديم الحسابات التي ثبت وتصف هذه النظريات، فخيّمت المسألة بلغزها الدفين على أعظم العقول وأنبغها في عالم العلوم لمدة تضاهي العشرين عاماً.

خطر على بال بورن بأن ما شاهده الفيزيائيون من تعقيد واضطراب في ظواهر الكم الخاصة بالإلكترونات يشابه إلى حد كبير سلوك البلورات التي درسها لمدة خمسة أعوام مضت.

وفي عام 1916م، باشر بورن بتطبيق ما تعلمه عن البلورات على المسألة العددية الجسيمة والمعقدة التي أحاطت بالجسيمات الدون ذرية. فمبدأ هذا العمل بالأدوات الرياضية

النهاية أقصى حدود تعدداتها، ممتدًا بدوره على مراحل تسع سنوات من العمل الدؤوب على السورات ودفاتر الملاحظات والمساطر الحاسبة.

وأخيرًا في عام 1925م، أهلى بورن عمله عن الـ *Zur Quantenmechanik* أو «عن ميكانيكا الكم» - العبارة التي لم تستعمل قط من قبل. انفجر هذا التقرير بعمق الوسط العلمي، مرسيًا الأساسيات التي تحدث عنها آينشتاين وبلانك وديراك ونيلز بور وهيرمان منكوفسكي وهايزنبرغ وآخرون، بطريقة رياضية واضحة. كما فسر ووصف العالم بدون ذري المدهش بشكل صائب وسليم.

أصبح «ميكانيكا الكم» اسمًا لعالم جديد من الدراسة يركّز على وصف الظواهر بدون ذرية وصفًا كميًّا، ويشغل فيه ماكس بورن منصب المؤسس.

حقائق طريفة؛ في عالم الكم الغريب، لا تُطبق العديد من قوانين «الاعتيادية». هناك، تواجد الأجسام (كالإلكترونات) بانتظام في مكائن مختلفين بالوقت ذاته، دون الإخلال بأي من قوانين الكم.



## الكون المتمدد

### Expanding Universe

سنة الاكتشاف 1926م

ما هذا الاكتشاف؟ الكون في حالة تمدد. تتحرك ملايين المجرات تجاه<sup>ا</sup>  
خارجياً بعيداً عن مركز الكون، وإلى الأبد  
من المكتشف؟ إيدوين هابل Edwin Hubble

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يصنف الاكتشافان التوأمان هابل (هناك العديد من المجرات في الكون - ليست درب  
التبانة فقط - وبأن جميع تلك المجرات تنتقل خارجاً، ممددة بالكون) ضمن أهم الاكتشافات  
الفلكية بالقرن العشرين. غير هذان الاكتشافان نظرة العلم إلى الكون ومكاننا فيه تغيراً  
جدرياً، كما ويمثل عمل هابل أول تقييم دقيق لحركة النجوم والمجرات.

اكتشاف أن الكون يتسع ويتغير إلى الأبد سمح للعلماء لأول مرة بالتفكير في ماضي  
الكون، فقد مباشرة إلى اكتشاف الانفجار الكبير ونشأة الكون، وكذلك مفهوم جديد  
للزمن ولمستقبل الكون.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1923م، كان إيدوين هابل Edwin Hubble ذلك الفلكي الطويل القوي  
العربيض المكبين في الثالثة والثلاثين، الذي فرض نفسه، قبل عشرة أعوام تقريباً، ملاكمأ  
محرفاً على حلبة علم الفلك. ففي عام 1920م، تم توظيف هابل لتكميله وتسيير  
التلسكوب الجبار ذو المائةإنش لمرصد جبل ويلسون بكاليفورنيا - أعظم تلسكوب بالعالم.

بمطلع القرن العشرين، كان من المعتقد أن الكون يحوي مجرة واحدة - درب التبانة -  
إضافة إلى نجوم مبعثرة وسُدم تعطف حول حواجزها. قرر هابل أن يستعمل التلسكوب  
العملاق ذا المائةإنش للدراسة بضعة من هذه السُدم، وأختار الأندروميدا Andromeda  
أول هدف له - فتوصل إلى أهم اكتشافين فلكيين في القرن العشرين.

أظهرت القدرة العالية لهذا التلسكوب العملاق هابل أن الأندروميدا ليست سحابة

من الغاز (كما كان معتقداً)، بل عنقوداً كثيفاً من ملايين النجوم المنفصلة! فقد بدت أكثر وكأنها مجرة منفصلة بحد ذاتها.

بعدها حدد هابل موقع بضعة من النجوم القيفاوية Cepheid stars ضمن الأندروميدا. القيفاويات نجوم نابضة، تُعتبر ضربة نبضها مقياساً للكمية المطلقة من الضوء المنبعث عن النجم. فبقياس سرعة نبضها وكميتها الظاهرية من الضوء، يستطيع العلماء أن يحددوا بعد المضبوط للنجم.

تقع الأندروميدا على بعد 900000 سنة ضوئية عنا، وهذا ما أثبت هابل بأنها مجرة منفصلة - فهي من بعد بحيث لا يمكن أن تكون جزءاً هديباً من درب التبانة.

في غضون ستة أشهر، كان هابل قد درس وقاد ثمانية عشر سُدُّماً آخر. كانت جميعها مجرات منفصلة ضمن مدى خمسة إلى مائة مليون سنة ضوئية عن الأرض. انصدم الفلكيون لدى معرفتهم بأن الكون من الكبير بحيث يحتمل أن يحتوي آلفاً من المجرات المنفصلة.

لكن كانت تلك لا تزال البداية مع هابل. فقد لاحظ بعدها انزياحاً أحمر دائماً خلال دراسته للضوء المنبعث من هذه السُّدُّم البعيدة.

سبق للعلماء أن اكتشفوا أن كل عنصر (الهيليوم، الهيدروجين، الأركون، الأوكسجين... الخ) كان دائماً ما يبعث بالطاقة ضمن نظام ميّز من ترددات معينة تدل على تواجده. فلو عملوا تصويراً طيفياً (جدولاً من الطاقة المشعة بكل تردد على حدة) للضوء المنبعث من النجم، فإن خطوط الجدول كانت ستخبرهم أي من العناصر موجودة في النجم وبأية كميات نسبية.

وجد هابل جميع الخطوط الطيفية الشائعة للهيليوم والهيدروجين ومثيلاتها من العناصر الموجودة انتيادياً في نجم ما، لكنها كانت على ترددات أقل بقليل من الترددات الطبيعية. وهو ما يسمى بالانزياح الأحمر نظراً لأنزياحاً لون ترددات الضوء المرئي عند تقليلها نحو الأحمر. ولو زيد تردداته، فإن اللون ينحرف نحو الأزرق (انزياح أزرق).

خلال العامين التاليين، أجرى إدوين هابل اختبارات شاقة على العشرين مجرة التي اكتشفها. وجد بأن كل واحدة منها (عدا الأندروميدا) كانت تتحرك بعيداً عن الأرض،

وما أضاف على غرابة الأمر أنها كانت تتحرك بعيداً عن بعضها البعض كذلك. فكل مجرة درسها كانت تباعد باستقامة نحو الفضاء المفتوح بسرع تترواح بين 800 إلى 50000 كم/ثا!

إذن، يتمدد الكون ويكبر في الحجم كل ثانية بينما تتسابق المجرات بعيداً. إنه ليس بالشيء الساكن الذي لا يتغير منذ بداية الزمن، بل في كل لحظة مختلف الكون عن كل ما كان عليه في السابق.

بهذا، اكتشف أيدوين هابل أعظم اكتشافين فلكيين في القرن العشرين\*\*.

حقائق طريفة؛ نظراً لأن الكون يتمدد، فإن كل مجرة في الوجود تتحرك بعيداً عن مجرتنا درب التبانة - عدا واحدة. تتحرك الأندروميدا، أقرب جاراتنا، على مسار تصادمي مع درب التبانة. لا تقلق! فالتصادم لن يحدث لبضعة ملايين من السنين.



---

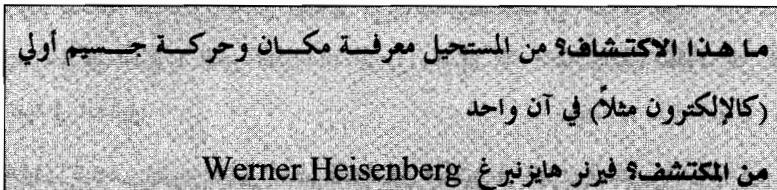
\* كان قد سبق لأينشتاين أن تبدأ على ضوء نظرية النسبية العامة بأن الكون ليس بالساكن، بل إما في حالة تعدد أو تخلص. لكنه رفض تصديق معادلاته بنفسه، وابتكر ما أسماه الثابت الكوني cosmological constant للخلص من هذه المشكلة. عندما سمع آينشتاين عن اكتشاف هابل المفضي بتمدد الكون، اعترف بأن تلاعبه بمعادلاته كان «الخطأ الأفدح في حياته» - المترجم.

\*\* رغم ذلك، فشل هابل في محاولاته لإقناع لجنة نوبل في إدراج الفلك ضمن الفروع المعتمدة لمنح الجوائز، والتي حصرها السير ألفريد نوبل في خمسة، هي: الطب أو الفسلجة، الأدب، الكيمياء، الفيزياء، والسلام (ثم أضيف الاقتصاد عام 1968 من قبل بنك السويد). بعد وفاته بفترة وجيزة، اقتصرت اللجنة في إدراج الفلك ضمن فرع الفيزياء، وبالتالي ضاعت على هابل جائزة نوبل - كما ضاعت جنته بعد وفاته عام 1953م، إذ لم يقم له أي مأتم ورفضت زوجته الكشف عن مصير جشه - المترجم.

## مبدأ اللادقة

### Uncertainty Principle

سنة الاكتشاف 1927 م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتسب فيرنر هايزنبرغ شهرة عالمية لاكتشافه مبدأ اللادقة، الذي يفيد باستحالة تحديد كل من مكان وزخم (حركة) جسيم أولي في الوقت ذاته طالما أن الجهد المبذول لتحديد أحدهما سيغير من الثاني بطرق لا يمكن التنبؤ بها. كانت هذه النظرية المخورية بمثابة نقطة انعطاف كبرى في حقل العلم، فللمرة الأولى لم يعد ممكناً قياس ومراقبة العالم بدقة وكمال. بنقطة معينة، أظهر هايزنبرغ أنه كان على العلماء أن يخطوا للوراء ويأخذوا بالمعادلات الرياضية التي تصف العالم عن ثقة.

\*أو هي مبدأ اللادقة هايزنبرغ كذلك من مكانة تمتت بها نظرية «السبب والنتيجة» على مر أكثر من 2500 سنة، بوصفها اللبنة الأكثر أساسية والتي لا نقاش عليها في منظومة البحث العلمي. فعلى مستوى جسيم أولي، كان لكل سبب احتمال ثابت واحد فقط لاستحداث تأثير ما متوقع.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

فاتحاً صندوق البريد بمقره الكائن بميلفولاند - ألمانيا في ذلك اليوم الخريفي من عام 1926م، وجد فيرنر هايزنبرغ Werner Heisenberg رسالة من الفيزيائي الشهير ماكس بلانك. تلألأت أحرف الرسالة في عيني هايزنبرغ وهي تصف مدح كاتبها وإعجابه

\* نظرية السبيبية causality التي جاء بها أسطر و التي تفيد بضرورة العلاقة بين حدث (يدعى السبب) و آخر يترتب عليه مباشرة (يدعى الأثر أو النتيجة). عمل عليها وطور فيها العالم ماكس بورن سنة 1949م - المترجم.

بتقرير الأخير الذي قدّم فيه مفهوم «ميكانيكا المصفوفات matrix mechanics». لقد كانت تلك خامس رسالة مباركة يتلقاها من فيزيائي مشهور خلال ذلك الأسبوع.

كانت كل رسالة من جانبها تفتّج ميكانيكا المصفوفات هايزنبرغ وتحدث عن «واسع إمكانياً». فقد دعاها أصحاب الرسائل بـ«الجديدة والمشيرة» وكذلك بـ«العظيمة القيمة».

لكن هذه الرسائل كلها لم تشف من الشعور العميق بالقلق والاضطراب الذي اضطرب في نفس هايزنبرغ. فهناك، مدفوناً تحت ركام معادلات المصفوفية، عشر هايزنبرغ على ما اعتقد أنه بمثابة حد قاسٍ للعلم. توجس عميق هدأ أسس المعتقدات العلمية هايزنبرغ، إذ لو ثبتت صحة هذه الفكرة القاتمة، وكانت تلك المرة الأولى التي يقال للعلم فيها: «من الاستحالة أن تكون دقيقاً»، أو أنه قد وصل جداراً يستحيل عليه ارتقاءه.

كان الجدل الأكبر في الفيزياء آنذاك دائراً حول شكل النزرة. هل كانت عبارة عن كرّة من البروتونات محاطة بأغلفة من جسيمات الإلكترون، كما نادى بذلك نيلز بور، أم هل كانت الإلكترونات حقاً موجات من الطاقة تسري حول النواة المركزية، كما افترض آخرون؟ ارتأى هايزنبرغ أن يغض الطرف عن هذه التضاربات النظرية وأن يبدأ بما كان معروفاً. عندما ثُبِّئَ الإلكترونات (مهمماً كانت)، فإنها تحرر كموماً من الطاقة بترددات خاصة مميزة. قرر هايزنبرغ أن يقيم معادلات لوصف وتوقع الحاصل النهائي، أي انتوط الطيفية لهذه الطاقة المشعة.

لجأ هايزنبرغ إلى تحليل المصفوفات matrix analysis لمساعدته على اشتغال معادلاته بمعضلات كالتردد والموقع والزخم، إلى جانب طرق دقيقة للتحكم بها رياضياً. فجاءت معادلاته بنتائج جيدة، ولكنها بدت غريبة وصعبة التطبيق.

مشككاً بقيمتها، أرسل هايزنبرغ بنسخة عن التقرير النهائي (قبل أن يقدم على حرقه تقريراً) إلى شخص طالما درس معه ووثق فيه، وولفغانغ باولي Wolfgang Pauli. أدرك باولي في الحال قيمة عمل صاحبه هايزنبرغ وأعلمَ الفيزيائيين الآخرين بأمره.

عاد اكتشاف هايزنبرغ - ميكانيكا المصفوفات - بشهادة فورية على صاحبه. ولكن كان هايزنبرغ قد ضاق ذرعاً بما حدث عند إكماله لحساباته المصفوفية، التي أظهرت إمكان تأثير قيمة موقع جسيم ما على القيمة المستعملة لزخمه (حركته)، والعكس بالعكس.

بينما لم يكن التعامل مع عدم الدقة جديداً من نوعه، ولكن كان جديداً عليه أنه كلما عرف مصطلحاً بشكل أفضل، كلما قلل ذلك من دقة معرفته بالآخر. فبتحديده للموقع بشكل أحسن، قلَّ تحديده للزخم، وكلما زادت دقة في تحديد للزخم، قلَّ معرفته بالموقع.

اكتشف هاينزيرغ مبدأ اللادقة مصادفةً، فكان الاكتشاف الكاسح الذي حطم التصور بعالم حتمي وكامل التقدير. على حين غرة، أحاطت حدود مبنية مقدرة العلم على القياس واللاحظة. وللمرة الأولى، تواجدت موقع لا يمكن للعلماء ارتياها، وأحداث لا يمكنهم رؤيتها أبداً. أصبح «السب والنتيجة» «سيّاً وفرصة بالنتيجة»، فطعن التوجه الأمثل إلى دراسة الفيزياء في الصميم، وغير إلى الأبد. أما البحث فقد أصبح أكثر تعقيداً في وقت فُتحت فيه أبواب ودروب جديدة للفهم والتقدير.

منذ ذلك الحين، ومبدأ اللادقة هاينزيرغ يعتبر أساساً موجهاً للبحث الجسيمي على اتساعه\*\*.

حقائق طريفة: كانت الدروس المفضلة إلى فيرنر هي الرياضيات والفيزياء والدين، ولكن كانت درجاته ممتازة بكل المواد في المدرسة. في الحقيقة، كانت قابلاته الرياضية من القوة بحيث كان يعلم أحد أصدقائه العائلة يدرس الحساب في الجامعة. كان ذلك عام 1917 م، عندما لم يكن هاينزيرغ قد تعدى السادسة عشرة من عمره.

---

\*\* في الحقيقة، عُمِّ هاينزيرغ مبدأ المدهش على الطبيعة أيضاً، مما أضفى عليه وعلى ميكانيكا الكم بعداً فلسفياً مثالياً، على خلاف الفلسفة الواقعية التي آمن بها معاصره - وعلى رأسهم آينشتاين. في عالم هاينزيرغ، لم يعد المراقب (الجنوب) حيادي الموقف موضوعياً، بل جزءاً من الواقع المراقب. أو بالأحرى الواقع هو ما يُراقب ويُلاحظ دون كيان مستقل خارج الإدراك البشري. فلا حركة موضوعية للإلكترون حول النواة ولا قمر موجود إن لم ينظر إليه أحد، لكن دائماً مع احتمال العكس أيضاً. في هذا الناقض تكمن فلسفة اللادقة، والتي كان آينشتاين ونظريته النسبية من أشد خصومها. معروف عن آينشتاين قوله: «الكبير (بقصد الله) لا يلعب التردد»، فحاول طوال حياته الإثبات بنظرية موحدة (النسبية والكم) ولكن دون أن يوفق في مسعاه، لتأمل النظريتان في تناقض دائم إلى يومنا هذا - الترجم.

## سرعة الضوء

### Speed of Light

سنة الاكتشاف 1928 م

ما هذا الاكتشاف؟ السرعة التي ينتقل بها الضوء - ثابت عالمي (عام)

من المكتشف؟ ألبرت ميكيلسون Albert Michelson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

بأواخر القرن التاسع عشر، كان اكتشاف سرعة الحقيقة للضوء يحظى بالقليل من الأهمية نظراً لنفرد الفلكيين باستعمال هذا الرقم (تقاس المسافات عبر الفضاء بالسنوات الضوئية light-years أو - المسافة التي يقطعها الضوء في مدة سنة واحدة). وطالما كانت قياساتهم مجرد مقاربات بأية طريقة أخذت، فقد قبلوا الخطأ بنسبة 5% (أو حتى 10%) من قيمة سرعة الضوء.

جاء بعدها ألبرت آينشتاين ليقدم معادلة الطاقة-المادية الشهيرة،  $E = mc^2$ ، التي رفعت من أهمية سرعة الضوء (c) في الحال - باعتبارها ضرورية في عدد ضخم من الحسابات - وقفز اكتشاف قيمتها الحقيقة إلى قمة الأولويات. أصبحت سرعة الضوء إحدى أهم قيمتين ثابتتين في الفيزياء برمته\*، واستُعْظِمَ الخطأ فيها بنسبة 1% (أو حتى 0,1%)، فأصبح غير مقبول فجأة في حسابات الفيزياء.

لكن كانت هنالك عقبات جمة في طريق اكتشاف السرعة الحقيقة للضوء - سرعة أكبر من أن تقيسها أية ساعة كانت أو يتقصاها أي جهاز كان. ابتكر ألبرت ميكيلسون بعض أجهزة دقة جديدة وكان، بعد خمسين عاماً من المحاولات المتكررة، أول إنسان يقيس سرعة الضوء بدقة وإحكام. منح هذا الاكتشاف صاحبه أول جائزة نوبل تُعطى لفيزيائي أمريكي\*\*.

\* لعل الآخر هو ثابت الجذب العام لنيوتون أو ثابت بلانك - المترجم.

\*\* على أية حال، حصل ميكيلسون على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1907، أي على سابق محاولاته واكتشافاته في مجال البصريات (خصوصاً تجربة ميكيلسون-مورلي الشهيرة، التي دحضت مفهوم الأثير) - المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان هذا مثالاً لاكتشاف يعتمد على ابتكار تكنولوجيا ومعدات جديدة - تماماً كاعتماد غاليليو على ابتكار التلسكوب في اكتشافه لأقمار الكواكب الأخرى.

في عام 1928م، كان العجوز ألبرت ميكلسون Albert Michelson (74 عاماً) يكافح للقيام بآخر محاولة لقياس سرعة الضوء واكتشاف القيمة الحقيقة لـ $c$  (س) في معادلة آينشتاين الشهيرة. كان قد سبق له أن صمم وموّل وأنجز العديد من المحاولات على مرّ تسعين عاماً فائتاً. أما هذه المرة، فقد عقد ميكلسون عزمه على قياس سرعة الضوء بخطأ لا يتعدي 0,001%. تلك القيمة ستكون من الدقة ما يوافيها بأغراض الحسابات الهمة للفيزياء النوروية.

قبلها بأربع سنوات، استعان مايكلسون بصانع الجiroskop \*\*\* المشهور، إيلمر سبيري Elmer Sperry، ليطور على المعدات المتوفرة لقياساته. والآن في عام 1928م، كانت ثالث وآخر دفعة من التطويرات قد أجريت على المعدات، ممثلاً باسطوانة ذات ثانية أصلع تم تحملها توأً في صندوق شحن محسو جيداً، ليصعد بها على الطريق الترابي الوعر المؤدي إلى قمة جبل بالدي بكاليفورنيا - مكان اختبارات ميكلسون.

لم تكن التجربة التي عمل ميكلسون على تصميمها بالمعقدة. إذ أنّار ضوءاً على هذه الاسطوانة الصغيرة المزودة بمرآة، بينما تدور بسرعة عالية بفعل محرك (اخترعه سبيري أيضاً) بقدوره الحفاظ على سرعة مضبوطة للدوران. في نقطة ما عند استدارتها، كانت المرأة ستصطدف تماماً لعكس هذه الحزمة الضوئية باتجاه مرآة مقوسة ساكنة بآخر الغرفة. على أية حال، كانت المرأة الدائرة ستعكس الضوء على المرأة الساكنة لجزء صغير جداً من الثانية قبل أن تواكب دورانها بعيداً عن هذه نقطة.

و هكذا حصلت هذه المرأة المعلقة بالحائط الخلفي للغرفة على نبضات قصيرة من الضوء من كل وجه من أوجه المرأة الدائرة. انعكست كل نبضة من خلال عدسة تركيزية، لتخرج عبر فتحة في الجدار وتنطلق لمسافة 22 ميلاً إلى جبل سان أنطونيو. هناك، ارتدت بعد ارتطامها بمرآة، لتعبر من خلال عدسة تركيزية ثانية فتعود مباشرة إلى جبل بالدي. هنا، وقعت نبضة الضوء على مرآة الجدار الخلفي من جديد، وأخيراً انعكست راجعة إلى الاسطوانة الدائرة.

---

\*\*\* الجiroskop gyroscope هو جهاز لقياس الاتجاه أو الحفاظ عليه، طبقاً لمبادئ السرخم الزاوي - المترجم.

رغم أن كل نبضة من الضوء كملت رحلة الأربعة والأربعين ميلاً هذه بأقل من 4000/1 من الثانية، إلا أن الاسطوانة كانت تدور بعض الدوران في وقت رجوع كل نبضة ضوئية من جبل سان أنطونيو، فانعكس الضوء الراجع عن المرأة الدائرة وارتطم ببقعة من جدار الكوخ. وبقياس الراوية من الاسطوانة لهذه البقعة، تكون ميكلسون من تحديد المسافة التي دارت بها الاسطوانة في الوقت الذي أكملت فيه نبضة الضوء رحلتها، والذي مكن ميكلسون بدوره من تحديد السرعة التي انتقل بها الضوء.

بينما يبدو كل شيء بسيطاً في هذه التجربة، إلا أنها عنت أعواماً من العمل لتحسين المعدات الضرورية لإجرائها. فقد صنع سبيري ضوءاً أفضل يستطيع الانتقال 44 ميلاً، كما صنع محرك دفع أكثر دقة بحيث يعلم ميكلسون بالضبط السرعة التي كانت الاسطوانة الصغيرة تدور بها في كل مرة.

صمم سبيري عدسات تركيزية ملساء أكثر، وكذلك اسطوانة أفضل مزودة بمرآة أحسن - بحيث لا تتمايل أو تتشوه جوانبها المرأوية بفعل القوى الهائلة للدوران على السرعة.

بمجرد تشغيل ميكلسون للمحرك والضوء، انطلق السيل الضوئي خارجاً إلى جبل سان أنطونيو ومن ثم رجع، ارتطم بالاسطوانة الدائرة وسقط على الجدار البعيد - كل هذا بأسرع من تدارك البصر.

من سرعة دوران الاسطوانة وموقع تلك الإشارة على الحائط، حسب ميكلسون سرعة الضوء لتكون 186284 ميلاً للثانية - مخالفالقدر الحديث بـ 2 ميل/سا فقط، وهو خطأ أقل من 0,001%. بفضل هذا الاكتشاف، تكون العلماء في حقول الفيزياء والفيزياء النووية وفيزياء الطاقة العالية من الاستمرار بمحاسبات أدت إلى الطاقة والأسلحة النووية.

حقائق طريفة: منتقلة بسرعة الضوء، تستطيع سفيتك السفر من نيويورك إلى لوس أنجلوس\*\*\*\* 70 مرة بأقل من ثانية واحدة، أو يمكنك الاستفادة من هذه الثانية الواحدة ل تقوم بسبع رحلات ونصف حول الأرض بمستوى خط الاستواء.



---

\*\*\*\* تبلغ سرعة الضوء في الفراغ حسب التقدير الحالي  $299792458$  م/ثا بالضبط، أي حوالي  $300000$  كم/ثا كأقرب تقدير - المترجم.

\*\*\*\*\* حوالي 2451 ميل (3944 كم). وهي ذات المسافة بين بغداد وجزائر العاصمة، أو بيروت والرباط تقريباً - المترجم.

## البنسلين

Penicillin

سنة الاكتشاف 1928 م

ما هي الاكتشاف؟ أول مضاد حيوي متواافق تجاري

من المكتشف Alexander Fleming فليميونغ

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أنقذ البنسلين حياة ملايين من الناس - عشرات الآلاف خلال الحرب العالمية الثانية وحدها. بوصفه أول مضاد حيوي يحارب البكتيريا والعدوى بنجاح، اعتبر البنسلين علاجاً إعجازياً لعديد من الأمراض القاتلة المتفشية في أوائل القرن العشرين.

أوجد البنسلين ذخيرة جديدة بالكامل من الأدوية في جعبه الأطباء خاربة المرض والعدوى، وفتح الباب على مصراعيه لعوائل وأجيال جديدة من أدوية المضادات الحيوية. استهل البنسلين الصناعة الرائجة والواسعة للمضادات الحيوية وأعلن عن عصر جديد من الطب.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1928م، منح ألكسندر فليميونغ Alexander Fleming، الإسكتلندي المولود والبالغ من العمر سبعة وأربعين عاماً، منصب رئيس الباليوكيميائيين بمستشفى سانت ماري بلندن، ومنح معه مختبراً في الدور السفلي مدسوساً خلف غرفة الغلاية boiler room.

كونه المختص بعلم البكتيريا ضمن هيئة موظفي المستشفى، قام فليميونغ باستزراع البكتيريا في صفائح زجاجية مدوررة صغيرة لأغرض الدراسة والتجارب. وباستعمال كميات مجهرية من البكتيريا (عادة ما جمعت من المرضى)، كان فليميونغ يستزرع ما يكفي من كل من هذه الأنواع البكتيرية لتحديد سبب المرض والطريقة الفضلى خاربة العدوى. أطباقي صغيرة من البكتيريا القاتلة من النوع المكور العنقودي staphylococci والمكور العقدي pneumococci كانت مصفوفة ومحفونة على طاولة المختبر الوحيدة المتداة على طول مختبر فليميونغ.

كانت العفون تشكل الضرر البالغ الأوحد لسير عمل فليمينغ بالمخبر. كان مخبر فليمينغ متواوباً بين كونه مفتوحاً أمام تيارات الهواء الخارجي ومغلقاً ياحكام بحيث لا تغير في قوته، وذلك اعتماداً على حالة الطقس ومستوى نشاط وعمل الغلابة في الغرفة المجاورة. كانت قوته الوحيدة تأتي من نافذتين على مستوى أرضي تفتحان على حدائق المستشفى. فكانت نسائم المساء تنفث بالأوراق والغبار وأنواع كثيرة من العفون الهوائية خلال هاتين النافذتين. لقد بدا مستحيلاً من العفون من الانحراف إلى الداخل وبالتالي تلوث معظم البكتيريا التي حاول فليمينغ استرها عنها.

في الثامن من أيلول (سبتمبر) من عام 1928، غاص قلب فليمينغ حسرة عندما أدرك أن طبقاً معتبراً من البكتيريا المكورة العنقودية الصافية (والميتة) قد دمره عفن أخضر غريب. لا بد أن العفن كان سابحاً في الهواء ودخل الطبق في وقت ما مبكر من مساء اليوم الفاتح وبدأ يتضاعف من حينها. فقد غشي العفن الأخضر نصف الطبق الآن.

نخر فليمينغ وتنهَّأ أمام هذا الحدث - ثم فجأة، تسمَّر في مكانه. فحيث ثما هذا العفن الأخضر، اختفت البكتيريا المكورة العنقودية ببساطة، بل وحتى البكتيريا على بعد سنتيمترتين من العفن بدت على غير عادها شفافة ومعلولة.

أي نوع من العفن أمكنه أن يحيطُ واحداً من أكثر أنواع بكتيريا تلامساً وضراوة وفتاكاً على وجه الأرض؟ لم يعرف الإنسان مادة يمكنها أن تحارب المكورات العنقودية بهذا النجاح!

استغرق فصل واسترداد العفن الأخضر القاسي أسبوعين اثنين، ليتعرف فليمينغ على: *Penicillium notatum*. وخلال شهر من الزمان كان قد اكتشف أن العفن يفرز مادة تقتل البكتيريا، فسماها *Penicillin* أو «البنسلين».

خلال تجارب أطباق الاسترداد، اكتشف فليمينغ أن البنسلين يمكنه أن يقضي بسهولة على جميع البكتيريا الميتة المعروفة - المكورات العنقودية، المكورات العقدية، المكورات الرئوية، بل وحتى الأشد ضراوة من الجميع، عصيات الخناق *bacilli of diphtheria*. البكتيريا الوحيدة التي حاربها البنسلين ولكن دون أن يتمكن من القضاء عليها، كانت البكتيريا الضعيفة والحساسة المسيبة للأنفلونزا\*.

---

\* المقصود هنا بكتيريا الهموفيلس *Haemophilus influenzae* - المترجم.

قضى فليمينغ ستة أشهر في تحبيب البنسلين على الأرانب للتأكد من سلامة الدواء للاستعمال البشري، قبل أن يصرّح عن اكتشاف عفنه المعجزة الذي حلّله أنسام المساء الخريفية عبر النافذة المفتوحة لخبيثه. كان ذلك في أواخر عام 1929.

على أية حال، كان البنسلين بطى النمو صعبه. كان يعمل الأعاجيب في تأثيره ولكنه كان متوفراً بكميات من القلة ما حد من فوائد العملية. جاء عام 1942م بالفرح، حين قامت الباحثة البريطانية دوروثي هوجكين Dorothy Hodgkin بتطوير عملية جديدة، تدعى تصوير البلورات بالأشعة السينية crystallography X-ray، لفك تركيب جزيئة البنسلين. فقد استغرقت خمسة عشر شهراً واستهلكت آلافاً من صور الأشعة السينية للجزيئات في بلورة البنسلين لتعرف على كل من الخمس والثلاثين ذرة في جزيئة البنسلين الواحدة. حازت الدكتورة هوجكين على جائزة نوبل عام 1964م لقاء عملها ذاك.

تمكن الطبيبان الأميركيان هوارد فلوري Howard Florey وإرنست تشاسين Ernst Chain من استعمال خريطة هوجكين لإنتاج جزيئات البنسلين صناعياً وباتساح جاهيري واسع النطاق بدأ عام 1943م. احتفاءً بجهودهما، منح فلوري وتشاسين جائزة نوبل في الطب عام 1945م مناصفة مع الكسندر فليمينغ، مكتشف البنسلين\*\*.

حقائق طريفة، كان الباحثون الأميركيون في بوريا بولاية إلينوي أول من استطاع تطوير الإنتاج التجاري للبنسلين، حيث اتضح أن اثنين من الأطعمة المفضلة لدى فطر البنسلين هما سلالة من الذرة المخلية لإلينوي وشمامات عفنة أعطيت من قبل سوق في بوريا. ساعدت هذه القواعد الغذائية الباحثين على زيادة إنتاجهم للبنسلين من 400 مليون إلى أكثر من 650 (بليون) وحدة في الشهر.



\*\* معروف عن فليمينغ أيضاً اكتشافه عام 1922م لأنزيم الالايسوزام lysozyme الذي يهاجم البكتيريا الموجبة لصبغة غرام وذلك بتحليل مكونات جدرانها - الترجم.

## المادة المضادة

### Antimatter

سنة الاكتشاف 1929م

ما هذا الاكتشاف؟ المادة المضادة هي عبارة عن جسيمات من ذات كثافة وتركيب البروتونات والالكترونات، ولكن بشحنة كهربائية معاكسة

من المكتشف؟ باول ديراك Paul Dirac

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

غالباً ما تُشغل سفن الفضاء في قصص الخيال العلمي بمحركات من المادة المضادة، كما هي القنابل المستقبلية مصممة حول المادة المضادة\*. مع هذا، لست أنت ولا أي شخص قابلته في حياتك قد رأيتم حتى جسيماً واحداً من المادة المضادة، فهي ليست على شكل قطع يمكن التقاطها، بل هيئه جسيمات دون ذرية منفردة وسائبة.

بعد الكثيرون باول ديراك أعظم فيزيائي نظري بريطاني منذ أيام نيوتن. كان ديراك أول من تنبأ بالتوارد الضروري للبيوزيترونات والبروتونات المضادة، أو المادة المضادة. بسط مفهوم المادة المضادة طريقةً رحباً جديداً من البحث والفهم للفيزياء، وأصبح اكتشاف ديراك للمادة المضادة بمثابة إطار نظري لفيزياء الجسيمات الدقيقة. يستطيع علماء الكون والفيزياء اليوم التطبيق والتعميد بفهام الفيزياء الكمية والديناميكا الكهربائية للكمّ وميكانيكا الكمّ، مدینین بجزء كبير من هذا لاكتشاف ديراك.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كونه خجولاً، انطوائياً وكتوماً بطشه، لم يحقق طالب الفيزياء بجامعة كامبريدج البالغ من العمر إحدى وعشرون سنة باول ديراك Paul Dirac من الصداقات ما حققه من شهرة واسعة في النبوغ الرياضي.

\* لعل من أهم التطبيقات الحية للمادة المضادة هو جهاز الأشعة المقطعة بالانبعاث البيوزيتروني Positron Emission Tomography (PET) الحديث الاستعمال في الطب لأغراض تصوير أعضاء الجسم - المترجم.

في عام 1923م، كانت نظريات النسبية وميكانيكا الكم قد أرسىت بشكل جيد، ولكن نطاقها وتطبيقاتها المضبوطة ومعاناتها لم تكن كذلك، في الواقع الأمر. ميكانيكا الكم، دراسة النظم التي هي من الصغر بحيث تفتت إزاءها الفيزياء النيوتانية، كانت مبنية على افتراض أن المادة بدون ذرية تسلك كلا السلوكيين - الجسيمي (الدقائق) والمجي. كانت المتاقضات والتطبيقات المترابطة لهذا الافتراض والرياضيات المستعملة خاوية وصفه، تجذر فيزياء نحو كارثة حقيقة.

خلال سلسلة من الجهود البحثية والتقارير المفصلية الدقيقة التي كشفت عن الكثير من البراعة والدهاء، بدأ ديراك بشق طريق له إلى هذه المتاقضات، غالباً الوضوح والمنطق لما بدا في السابق حالة من الشك المصطرب. فقد طور على الطرق المعرفة في «معادلات إيديفتون» لحساب سرعة الجسم، وحل مخالفات التغاير covariance في صيغة التردد لينيلز بور.

خلال دراسته العليا، نشر خمسة تقارير مهمة وحول بتركيزه على المسألة الأكثر العمومية لتوحيد ميكانيكا الكم (القوانين التي تقود العالم المصغر للجسيمات الأولية) مع النسبية (القوانين التي تقود العالم الكبير لقوى الجذب الكوكبي والعام). من أجل عمله الأخير هذا، استعان ديراك بقابلية الهندسية والتصميمية لقبول واستعمال مقاربات عندما لم تكن الحسابات أو القياسات المضبوطة ممكنة أو موجودة. مكّن هذه الموهبة ديراك من المغامرة إلى مناطق تحليل جديدة كان النقص في قياسات مضبوطة لها سبباً لتوقف من سبقه من الباحثين عن المضي إليها.

كان معظم عمل ديراك على مستوى الرياضيات المتقدمة في دراسته هذه، فقد استعمل نتائج عدد من الدراسات المختبرية التي أجريت من قبل باحثين آخرين لفرض فحص وبرهان معادلات وفاذجه الرياضية.

خلال تكميله أطروحته في الدكتوراه والستوات الخمس الأولى من عمله كباحث بجامعة كامبريدج، كافح ديراك جاهداً حل التناقض الظاهري بين هاتين المفهومتين الكبيرتين من التفكير والتحليل. بحلول عام 1929م، أدرك ديراك بأن حساباته تطلب وجوب تواجد عدد من الجسيمات بدون ذرية لم يتم العثور عليها ولا التفكير بها فقط في السابق. فلأجل أن تعمل المعادلات التي طورها وفحصها استناداً على نتائج مختبرية، كان يجب أن يتواجد

طقم كامل من الجسيمات الجديدة، قمايل الجسيمات المعروفة كتلة وتركياً ولكن تعاكسها في الشحنة الكهربائية.

كانت البروتونات والنيوترونات معروفة حينذاك. استنتاج ديراك بأن جسيمات سالبة الشحنة ومن نفس الكتلة لا بد أن تكون متواحدة أيضاً. ثبت توأجدها البروتون المضاد، أو المادة المضادة، بعد ذلك بخمسة وعشرين عاماً.

على نفس الشاكلة، استنتاج ديراك بأن الإلكترون لو كان موجوداً، فلا بد من وجود جسيمات موجبة ومتعادلة الشحنة بنفس الكتلة أيضاً (البوزترون والنيوترون على التوالي). تم الجزم بوجود البوزترونات بعد عامين فقط، أي في عام 1932م، أما النيوترونات فقد تم التعرف عليها قطعاً بمنتصف السبعينيات من القرن المنصرم، ولكن دون التأكيد من كتلتها إلى حين العمل الذي أجراه باحثون يابانيون بهذا الخصوص، وذلك عام 1998م.

هكذا اكتشف ديراك توأجده المادة المضادة وأثبت بأن الجسيمات التي نراها وغمسها ونتعامل معها، ما هي إلا نصف الأنواع من الجسيمات التي تقطن كوننا الفسيح. فبعمل كهذا، حرك ديراك عجلة العلم أقرب إلى رؤية دقيقة للعالم الفيزيائي.

حقائق طريفة: عندما تحول المادة إلى طاقة، فإن جزءاً يتبقى دوماً - أي يمكن تحويل قسم من المادة إلى طاقة. لكن هذا ليس صحيحاً بالنسبة للمادة المضادة. فعندما تصطدم المادة المضادة بالمادة، فإن نسبة 100% من كل منها تحول إلى طاقة قابلة للاستثمار. غرام واحد من المادة المضادة يمكنه أن يحمل من الطاقة الكامنة ما يعادل حمولة 1000 من البراميل الخارجية لمكوك فضائي \*\*.

---

\*\* تقريباً لفهم لغز المادة المضادة، فلتخيّل صفيحة معدنية حارة في مصنع للقطع النقدية (طاقة). فعندما نستبط قطعة نقدية من هذه الصفيحة، فإننا سنحصل على قطعة نقدية وتقبّل في الصفيحة، يمكن أن نسميه «القطعة النقدية المضادة».

هذا مشابه لما يحدث عند تحويل الطاقة إلى مادة (حسب معادلة آينشتاين  $E=mc^2$ ) الآنفة الذكر في الكتاب. فقد أظهرت تجارب عدّة بأنك تقدر فقط على صنع زوج من كل من الجسيم وصوريته المرآتية التي تسمى «الجسيم المضاد». إذ لم يسبق لأحد أن لاحظ إنتاجاً صافياً من الجسيمات أو مضاداتها.

# النيوترون

## Neutron

سنة الاكتشاف 1932 م

ما هي هذه الاكتشاف؟ جسم دون ذري يقع داخل نواة الذرة بنفس كتلة البروتون ولكن دون شحنة كهربائية.

من المكتشف؟ جيمس تشادwick James Chadwick

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

هُتف باكتشاف النيوترونات عالمةً بارزة من علامات العلم في القرن العشرين. فأولاً، أكمل هذا الاكتشاف فهمنا لتركيب الذرات. ثانياً، نظراً لكون النيوترونات عديمة الشحنة كهربائياً، فقد غدت الجسيمات الأكثر أهمية لإحداث تصادمات وتفاعلات نووية واستطلاع تركيب وتفاعل الذرات\*. استعملت النيوترونات من قبل إرنست لورنس Ernest Lawrence بجامعة كاليفورنيا في بيركلي لاكتشاف عدد من العناصر الجديدة، كما وكانت ضرورية لخلق الانشطار النووي والقبضة الذرية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

منذ اكتشاف وجود عالم دون ذري (عام 1901م)، لم يتم العثور سوى على الجسيمين المشحونين كهربائياً - البروتون والإلكترون. أفترض العلماء أن هذين الجسيمين قد كونا جميع الكتلة للذرات كلها.

لكن كانت هناك مشكلة. فلو كانت الذرات مُؤلفة من بروتونات وإلكترونات، فإن البرم spin لم يكن ليجمع بشكل صحيح. فكرة أن لكل جسم دون ذري «برماً»

\* يربينا هذا المثال مظهراً آخر من مظاهر هذا اللغز العجيب. فصنع الجسيمات والجسيمات المضادة يأخذ من الطاقة، بينما دمجهما مع بعض يحرر الطاقة (تسمى عملية الإبادة annihilation) - فيوضع القطعة النقدية في الثقب من جديد، تستعيد الصفيحة المعدنية الأصلية - المترجم.

\* إرنست لورنس (1901-1958م): فيزيائي أمريكي، اشتهر باختراعه واستعماله للسليكوترون (نوع من مسرّعات الجسيمات) بدءاً بالعام 1929م، وعمل على فصل نظير اليورانيوم مشروع مايافان السري. حاز على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1939م - المترجم.

اكتشفها جورج البنيك George Uhlenbeck وسامويل غودسميت Samuel Goudsmit بألمانيا عام 1925م. فعلى سبيل المثال، تمتلك ذرة النيتروجين كتلة ذرية قدرها  $14^{**}$  (لكل بروتون واحد كتلة تساوي 1) ولتواءها شحنة موجبة تساوي +7 (لكل بروتون واحد شحنة متساوية لـ +1)، فمن أجل موازنة هذه الشحنة الموجبة، تدور 7 إلكترونات (لكل منها شحنة -1) حول النواة. لكل بطريقة ما، كان يجب أن تتوارد 7 إلكترونات أخرى داخل النواة للإلغاء الشحنة الكهربائية الموجبة للبروتونات السبعة الأخرى.

هكذا، يجب أن يقيم 21 جسيماً (14 بروتنا و 7 إلكترونا) ضمن كل نواة نيتروجين، لكل منها برم يساوي إما  $2/1+$  أو  $-2/1$ . نظراً لأن 21 هو رقم فردي من الجسيمات، وبغض النظر عن كيفية ارتباطها بعض، سيتوجب على البرم النهائي لكل نواة نيتروجين أن يتضمن  $1/2$ . لكن البرم المقاس لنواة النيتروجين كان متساوياً لعدد صحيح كامل. لم يوجد نصف، إذن ! كان هنالك خطأ ما.

افتراض إرنست رذرфорد وجوب تواجد بروتون-إلكترون وبأن نواة النتروجين سبع بروتونات وسبعين بروتون-إلكترونات (لأن 14 عدد زوجي للجسيمات وبالتالي يصح البرم النهائي). لكن هذه كانت مجرد نظرية، لم يكن لصاحبها فكرة عن كيفية تقسي البروتون-إلكترون طالما أن الطريقة الوحيدة المعروفة لتقصي جسيم ما كانت بتقسي شحنته الكهربائية.

فلنوجه دفة الحديث الآن إلى جيمس تشادويك James Chadwick. من موالي'd الجيلera عام 1891م، كان تشادويك واحداً من كوكبة العلماء الذين تعلموا فيزياءهم الذرية في ظل العالم رذرфорد. بمنتصف عشرينات القرن العشرين، أصبح تشادويك مهوساً بالبحث عن البروتون-إلكترون الغير المشحون لرذرфорد.

في عام 1928م، بدأ تشادويك باستعمال البريليوم في تجاريته-إذ أن للبريليوم ذرة صغيرة بكتلة تساوي 9. فقصف البريليوم بجسيمات ألفا المنبعثة من البولونيوم (عنصر مشع) أملأاً بأن بعض ذرات البريليوم ستُضرب بجسيمات ألفا وتتفلق إلى جسيمي ألفا جديدين (لكل منها كتلة 4).

---

\*\* المقصود  $14,00674$  وكم  $\text{amu}$ ، ولكن حذفت الأرقام الضئيلة ما بعد الفارزة وكذلك الوحدات على سبيل الاختصار وتسهيلاً للفهم - المترجم.

فلو حصل ذلك، فإن جسيمي ألفا هاتين كانتا ستحملان جميع الشحنة الكهربائية لنواء البريليوم الأصلية، ولكن ليس جميع كتلها. إذ كانت وحدة ذرية واحدة للكتلة (كتلة بروتون واحد) ستبقى من الكتلة الأصلية للبريليوم المساوية لتسعة. لكن هذا الجسم الأخير الذي هو بحجم البروتون والناتج عن تقطيم نواة البريليوم سيكون عدم الشحنة، وهذا لا بد أن يكون البروتون-إلكترون (و المسمى *neutron* «نيوترون» الآن) الذي هم تشادويك باصطياده.

لو نجحت هذه التجربة، سيكون بمقدور تشادويك أن يصنع سيلام من النيوترونات جنباً لجنب مع دقائق ألفا. على أية حال، استغرق تشادويك ثلاث سنوات للعثور على طريقة يتقصى بها وجود أية نيوترونات صنعها بهذه التجربة. فأخيراً، ارتأى استعمال حقل كهربائي قوي للحرف بجسيمات الألفا المشحونة كهربائياً. كانت الجسيمات الغير المشحونة فقط مستمرة بتدفقها المستقيم على طريق الهدف.

لفرحته، وجد تشادويك بأن « شيئاً ما» كان لا يزال يدلك في قطعة شمع البارافين التي وضعها في نهاية طريق الهدف، فضريبه بقوة كافية لتسبب تفكيك جسيمات ألفا جديدة سائبة من الشمع. لا بد أن هذا «الشيء ما» قد نتج عن تصادم جسيمات ألفا مع ذرات البريليوم، ولا بد أنه بحجم البروتون على الأقل (ليفكك جسيمات ألفا جديدة سائبة في تركيب البارافين)، ولا يمكن أن تكون له شحنة كهربائية طالما أنه لم ينحرف بفعل الحقل الكهربائي. باختصار، لا بد أن يكون نيوتروناً.

حقاً، اكتشف تشادويك النيوترون، وأثبت وجوده. لكن كان رذرфорد من سمات *neutron* «نيوترونناً»، دلالة على شحنته الكهربائية المتعادلة.

حقائق طريفة: إن للنيوترون حوالي 1840 ضعاف كتلة الإلكترون.  
وبما أن للنيوترون ذات كتلة جارة لبروتون، فإن البروتون يكبر الإلكترون  
ب حوالي 1840 ضعفاً أيضاً.



## تركيب الخلية

### Cell Structure

سنة الاكتشاف 1933م

ما هذا الاكتشاف؟ أول خريطة دقيقة للتركيب الداخلي المتعدد الذي تؤلف

خلية حية

من اكتشفه واليبر كلود Albert Claude

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان اليبر كلود أول عالم يطور إجراءات لعزل ودراسة التركيب الموجودة ضمن الخلية الحية كاملاً على حدة، وكان من خطط للتنظيم الداخلي للخلية وفعاليتها وعديد مكوناتها. إنه يستحق فعلاً أن يُعد مؤسساً لعلم أحياء الخلية الحديث.

رغم أنه لم يخرج فقط من مدرسة إعدادية، إلا أن كلود راد استعمال أجهزة الطرد المركزي والمجهر الإلكتروني لدراسة الخلايا الحية. فاكتشف عدداً من المكونات الرئيسية للخلايا، تعرّف على وظيفة تركيب حلوية ثانوية أخرى، وأرسى الأساس لحقل جديد برمته من علم أحياء الخلية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لم يكن اليبر كلود Albert Claude قد أكمل ثالث سنه دراسته الابتدائية عندما أُجبر على ترك المدرسة واللحاق بوظيفة في مصنع. بعد إفائه خدمته العسكرية مع الجيش البلجيكي خلال الحرب العالمية الأولى، تَكَبَّنْ كلود من دراسة الطب مستفيداً من قرار الحكومة البلجيكية بالسماح لأي جندي راجع من الخدمة بالدخول للجامعة - رغم أن جامعة لييج لم تكن توافق جداً لقبول جندي أمي.

خلال دراساته، قدم كلود مشروعًا بحثياً مطولاً إلى معهد روكييل للبحث الطبي في نيويورك. تمت الموافقة على المشروع فعلاً، وهاجر كلود إلى أمريكا.

كان مشروع كلود البحثي يتعلق بدراسة الخلايا السرطانية الحية واكتشاف كيفية انتقال المرض، وهو ما تطلب منه فصلاً للخلايا إلى مكوناتها المختلفة لغرض دراستها على

حدة - عمل لم يكن لأحد سابق عهد به. لم تكن هناك من إجراءات معهودة أو معدات تمكن من القيام بـهكذا عملية، فاضطر كلود أن يستجدي معدات بدائية من محلات تصليح المكائن والجذارة. استعمل طواحين اللحم التجارية لسحق غاذج من الأورام السرطانية للدجاج كان قد علقها داخل وسط سائل، كما استعمل جهاز طرد مركزي عالي السرعة لفصل الخلايا المطحونة إلى أجزاءها الثانوية المختلفة - الأثقل في القاع، والأخف على القمة. أطلق كلود على هذا الإجراء *cell fractionation* أو «عملية تجزيء الخلية».

كانت لديه الآن أنابيب أخبار مملوقة بطبقات من مادة لزجة وطينية. ونظراً لأن أحداً لم يسبق له أن قام بفصل الأجزاء الثانوية للخلية من قبل، استغرق كلود بعض سنوات من الدراسة والممارسة العملية لتحديد ماهية كل طبقة مفصولة ولتعلم كيفية استبطاط عامل الورم بنجاح من بقية الخلية. أظهر التحليل الكيميائي لكلاود أن هذا العامل هو الحامض الريبي النووي RNA، أحد المكونات المعروفة للفيروس. لقد كان ذلك أول دليل عن تسبب الفيروس بالسرطان.

قرر كلود المضي قدماً باستعمال عملية التجزيء الخلوي لدراسة الخلايا الطبيعية هذه المرة. عملاً لـكامل الوقت في مختبره على مر السنوات الستة اللاحقة ومستعملاً جهاز طردي مركزي ومجاورة ميكروسكوبياً عالي القدرة، تمكن كلود من فصل ووصف نواة الخلية (التركيب الذي يحيي الكروموسومات)، **الغضيات** (تراكيب مجهرية متخصصة موجودة ضمن الخلية بثنائية أعضاء لها)، المايتوكوندرريا (حببات عصوية الشكل صغيرة تحدث فيها عمليات التنفس الخلوي وإنتاج الطاقة) والرائيوسومات (مواضع صنع البروتينات ضمن الخلية).

كان كلود يخطط عالماً جديداً لطالما وقع ضمن حدود الخزر والتتخمين من قبل. مع هذا، كانت رؤيته محددة أيضاً بقوة الميكروسكوب الذي استعمله، إلى أن تتمكن معهد روكيفيلر من استعارة المجهر الإلكتروني الوحيد في نيويورك، والذي استعمله الفيزيائيون خلال محاولتهم للتوغل إلى عالم الذرة. كان هذا المجهر قادرًا على تكبير الأشياء بمليون ضعف للحجم الأصلي.

على أية حال، كان ذلك المجهر أيضاً يقوم بقصص النموذج بخمرة قوية من الإلكترونات فتحطم الخلايا الحية الهشة. قضى كلود ثانية عشر شهراً آخر في استحداث

وسائل ناجحة لتحضير وحماية النماذج الخلوية بحيث تتحمل تأثير المجهر الإلكتروني. وأخيراً في أواسط عام 1943م، حصل كلود على أولى الصور الحقيقية للتركيب الداخلي للخلية، صور لم تكن في الحسبان قبلاً. وفي عام 1945م، نشر كلود دليلاً عشرات من التراكيب والوظائف الخلوية الجديدة لم تعرف فقط في السابق.

إن أسماء العلماء الذين كسرروا حاجز الذرة واكتشفوا ما وقع في داخلها (أمثال ماري كوري، ماكس بورن، نيلز بور، إنريكو فيرمي وفرينر هاينزيرغ) معروفة كلها وب مجلّة. أما ألبير كلود فقد اخترق لوحده حاجز الخلية ليكتشف ويوثق كوناً من التراكيب الثانوية والفعاليات في داخلها.

حقائق طريفة: هنا لك أكثر من 250 نوعاً مختلفاً من الخلايا في جسمك. مع هذا، فقد بدأت جميعاً ونمّت من خلية واحدة فقط - البيضة المخصبة.



## وظيفة المورثات (الجينات)

### The Function of Genes

سنة الاكتشاف 1934م

ما هي الاكتشاف؟ اكتشف بيدل كيف تؤدي المورثات وظيفتها الحيوية

من المكتشف؟ جورج بيدل George Beadle

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

المورثات (الجينات) موصوفة على امتداد الكروموسومات وتتضمن أوامر تتعلق بعمل ونمو الخلايا المنفردة. لكن كيف لجزيئة من الحامض النووي (مورثة) أن توجه خلية معقدة بأكملها لتصرف وتؤدي عملها بطريقة معينة؟ تكفل جورج بيدل بالرد على هذا السؤال المهم للغاية وحسنَ كثيراً من فهمنا للوراثة التطورية.

اكتشف بيدل أن كل مورثة توجه لتكوين إنزيم معين، فتقوم الإنزيمات بدفع الخلية إلى العمل. لقد سدَّ اكتشافه ثغرة عظيمة في فهم العلماء للكيفية التي تُترجم بها مخططات DNA إلى وظائف بنائية هيكل الخلية، كما حوَّل العمل الخالق لبيدل تركيز حقل البحث الوراثي برمهة من الدراسة النوعية للصفات الخارجية (التشوہات والاختلالات الجسدية الناتجة عن المورثات المطفرة) إلى الدراسة الكيميائية الكمية للمورثات وأنمط إنتاجها للإنزيمات.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان يفترض جورج بيدل George Beadle أن يصبح مزارعاً، فقد ولد في مزرعة خارج واهو بولاية نبراسكا عام 1903م. لكن دراسة جامعية له عن وراثة الخنطة الهرجينة فتنته بسحر علم الوراثة، فأصبح شغف حياته.

في عام 1934م، بعمر الواحد والثلاثين، استلم بيدل وظيفة مع قسم الوراثة بجامعة ستانفورد، وذلك بناء على رغبة من الجامعة المذكورة بتمويل دراستها عن الوراثة البايكيميائية. كان علم الوراثة يبلغ الثمانين من عمره آنذاك ، ولكن الوراثة البايكيميائية، أو الدراسة الجزيئية للكيفية التي تؤَّلد بها الإشارات الوراثية وترسل إلى

الخلايا، كانت لا تزال في عمر الرضاعة. انضم بيدل إلى المتخصص بالأحياء المجهريّة إدوارد تاتوم Edward Tatum محاولة تحديد الطريقة التي تتمرن بها المورثات على تأثيرها التحكّم.

كان عملهما بسيطًا من حيث المفهوم، ولكنه كان ملأً للغاية ومتطلّباً للكثير من الجهد والصبر من حيث الواقع العملي. بدأ الاثنان عملهما بالبحث عن أبسط نوع حيّات يمكّنهما العثور عليه، فوجدا ضالتهم في عفن الخبز (نيوروسبورا) *Neurospora*، مستغلّين تركيب مورثته البسيط والمعروف من قبل. استزرع بيدل وتاتوم أطباقاً فوق أطباق من مستعمرات النيوروسبورا في وسط زرعي مشترك، ثم قاما بعدها بقصص كل مستعمرة بالأشعة السينية، التي عُرف عنها تسريعها حدوث الطفرات الوراثية. خلال 12 ساعة، استمرت معظم المستعمرات بالنمو طبيعياً (لم تُنْظَر)، بينما ماتت قلة منها (بفعل الأشعة السينية) وعاشت قلة ثانية أخرى فقدت القدرة على النمو (أعاقت الطفرات الوراثية نموها الآن).

كانت الجموعة المثيرة للاهتمام هي هذه الثالثة بالذات، لأنّها عانت طفرة وراثية ما جعلت من المستحيل على العفن أن ينمو من تلقاء نفسه. الآن، لو استطاع بيدل وتاتوم أن يكتشفوا ما يحتاجه هذا العفن المطفر لنموه بالتحديد ، لعرفا ما قامت به مورثتها المطفرة من وظيفة قبل تحطيمها.

وضع بيدل وتاتوم أبواغاً منفردة من إحدى هذه المستعمرات داخل ألف من أنابيب الاختبار المختلفة، يحتوي كل منها على الوسط الزرعي القياسي ذاته. وكل أنبوب من هذه الأنابيب، أضافاً مادة واحدة يفترض أن العفن الأصلي كان قادرًا على صنعها لنفسه ولكن دون أن يقدر العفن المطفر على إنتاجها. بعدها انتظرا مراقبين أيّ منها سيبدأ بالنمو - لو حدث غرّ لائي منها أصلًا.

أنبوب واحد فقط بدأ بالنمو بشكل طبيعي - الأنبوب 299، ذلك الذي أضافا إليه الفيتامين  $B_6$ . لا بد، إذن، أن الطفرة في مورثة العفن قد جعلت منه عاجزاً عن صنع الفيتامين  $B_6$  فشلًّا من غوه الذاتي، وهو ما يعني أيضاً أن المورثة الأصلية قد انتجت شيئاً ما ممكّن الخلايا من صنع الفيتامين بنفسها. الخطوة الثانية من تجربة بيدل وتاتوم كانت تقضي بالبحث عن ذاك الشيء.

وُجِدَ بِيَدِهِ عِنْدَمَا أَزَالَ إِنْزِيماتٍ مُعِينَةً أَوْ سَدَّ عَمَلَهَا ، تَوَقَّفَ الْعَفْنُ عَنِ النَّمْوِ . وَوَقَقَ قَاماً فِي إِرْجَاعِ هَذِهِ الإِنْزِيماتِ إِلَى الْمُورَثَاتِ، مَظْهِرًا بَأنَّ تَلِكَ الْمُورَثَةَ الْمُطْفَرَةَ مِنْ أَنْبُوبِ 299 لَمْ تَعْدْ قَادِرَةَ عَلَى إِتَاجِ ذَلِكَ الْإِنْزِيمَ الْمُعِينِ . خَلَالِ هَذِهِ التَّجْرِيْبَةِ اكْتُشِفَ بِيَدِهِ كَيْفَ تَؤَدِيِ الْمُورَثَاتِ عَمَلَهَا، فَقَدْ اثْبَتَ بَأنَّ الْمُورَثَاتِ تَسْتَعِيْنَ إِنْزِيماتٍ وَبَأْنَ إِنْزِيماتٍ تَوَجَّهُ الْخَلِيَّةَ كِيمِيَّاً لِأَدَاءِ وَظِيفَتِهَا . حَقَّاً، لَقَدْ كَانَ ذَلِكَ اكْتُشافًا بِثَقلِ جَائِزَةِ نُوبِيلِ \* .

حَقَائِقَ طَرِيقَةِ، لَدِيِ الْإِنْسَانِ 25000 إِلَى 28000 مُورَثَة . الْمُورَثَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ تَوَجَّهُ كُلَّ جَانِبٍ مِنْ جُوانِبِ غُوكَ وَمَظَهِرِكَ، وَبَعْضُهَا لَا يَعْمَلُ عَلَى الْإِطْلَاقِ . تُسَمَّى هَذِهِ الْأُخْرِيَّةَ بِالْمُورَثَاتِ الْمُتَحِيَّةِ recessive genes، وَتَنْتَظِرُ بِفَارَغِ الصِّيرِ إِمَارَاهَا إِلَى الْجِيلِ التَّالِيِّ، حِيثُ تَحْظِيُ بِفُرْصَةِ السِّيَادَةِ وَبِالتَّالِيِّ الْحُكْمِ بِشَيْءٍ مَا .



---

\* تَبَسيطًا لفَهْوَمِ «المُورَثَةُ أوُ الجَينُ» يُعَكِّنُ أَنَّ نَعْتِيرُهَا «بِرُوتِينًا مُشَفَّرًا ضَمِنَ الـDNA». فَمَعْرُوفُ أَنَّ الْبِرُوتِينَ مُؤَلَّفٌ مِنْ سَلِسَلَةِ مِنَ الْأَحْمَاضِ الْأَمِينِيَّةِ، وَكُلُّ حَامِضٍ أَمِينٍ مُشَفَّرٌ بِثَلَاثَةِ قَوَاعِدِ مَزْدُوجَةِ ضَمِنَ جَزِيَّةِ DNA الْبَوَاةِ . فَلَوْ افْتَرَضَنَا بِرُوتِينًا (أَوْ إِنْزِيمًا) مُؤَلَّفًا مِنْ 100 حَامِضٍ أَمِينٍ، فَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ مُشَفَّرٌ لَهُ بِـ 300 قَوَاعِدِ مَزْدُوجَةِ الـDNA . هَذِهِ الْقَوَاعِدُ 300 الْمُسْؤُلَةُ عَنْ صُنْعِ ذَاكَ الْبِرُوتِينِ ضَمِنَ كَامِلِ تَرْكِيبِ جَزِيَّةِ الـDNA تَشَلُّ مُورَثَةً وَاحِدةً . فَالْمُورَثَةُ، إِذْنَنَا، بِمَخَابَةِ بِرُوتِينٍ لَا يُزَالُ فِي رَحْمِ الْبَوَاةِ - المُتَرَجِّمُ.

## النظام البيئي (الإيكوسистем)

Ecosystem

سنة الاكتشاف 1935م

ما هي هذا الاكتشاف؟ النباتات والحيوانات والبيئة في مكان معين تعتمد جميعاً على بعضها اعتماداً متبادلاً

من المكتشف؟ آرثر تانسلي Arthur Tansley

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

درس العديد من العلماء على مر قرون العلاقة بين الأنواع الحياتية المختلفة وبيتها ومتناخها - بتعبير آخر، لقد درسوا عناصر علم البيئة. مهما يكن من أمر، انتظر العالم حين 1935م ليدرك آرثر تانسلي أن جميع الأنواع الحياتية في بيئه معينة في حالة تواصل مع بعضها البعض. فالأشعاب أثرت في آكلات اللحوم الراقية والحيشرات الصغيرة التي كانت تفكك أجسام الحيوانات الميتة، والأشجار المساقطة أثرت في الأعشاب والشجيرات.

اكتشف تانسلي أن كل كائن هو جزء من نظام مغلق متبادل الاعتماد - نظام بيئي. لقد كان هذا الاكتشاف تطوراً مهماً في فهمنا لعلم الأحياء وافتتح الحديث عن الحركة البيئية وعلم البيئة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان آرثر تانسلي الشخص الذي رأى الصورة على كبرها واكتشف بأن جمجم العناصر في نظام بيئي محلي كانت تعتمد على بعضها البعض - تماماً مثل الخيوط المنفردة في شبكة محكمة الغزل، لكنه لم يكن بالتأكيد أول شخص يدرس علم البيئة.

ففي القرن الرابع قبل الميلاد، درس أرسطو طاليس وتلميذه ثيوفراستوس Theophrastus العلاقة بين الحيوانات وبيتها. وفي عام 1805م، نشر العالم الألماني ألكسندر فون همبولت دراساته حول العلاقة بين الأنواع النباتية ومتناخها، فكان أول من وصف *vegetation zones* أو «مناطق الحياة النباتية».

كان آلفريد والاس Alfred Wallace، أحد منافسي داروين، السباق إلى اقتراح «جغرافية» للأنواع الحيوانية (في 1870م)، رابطاً الحيوانات بمناخها وجغرافيتها. بطلع القرن التاسع عشر، اكتشف العالم الفرنسي أنطوان لافوازيه دورة النتروجين، التي ربطت بين النباتات والحيوانات والماء والجو ضمن دورة متبادلة العلاقة، وذلك من خلال افتاء كيفية دوران النتروجين في البيئة. ما احتاجه العلم كان أن يدرك شخص ما بأن جميع هذه الأنواع المنفصلة تتطابق مع بعضها مثل قطع لعبة الأوراق المقطعة.

ولد آرثر تانسلي Arthur Tansley في عائلة ميسورة الحال بلندن عام 1871م. حصل على شهادته الجامعية في علم النبات وألقى محاضرات طوال مسيرته المهنية في كلية الجامعة بلندن وثم في جامعة كامبردج. عُرف عن تانسلي فعاليته ونشاطه في سبيل الترقية بعلم البيئة النباتية الإنجليزي ومساهمته في تأسيس الجمعيّة البيئيّة البريطانيّة.

بأواخر العشرينات من القرن العشرين، أجرى تانسلي جرداً نباتياً واسع النطاق في إنجلترا لصالح الجمعيّة. خلال دراسته، بدأ تانسلي بالتركيز ليس فقط على لائحة النباتات التي صمم على وضعها، ولكن على العلاقة أيضاً بين مكونات هذه اللائحة الواسعة من النباتات. أية أعشاب وجدت مع بعض؟ مع أية شجيرات وحشائش؟ أية أعشاب سكنت مروج الأرضي الواطنة؟ أي منها وجدت على سفوح الجبال المحدّرة؟ وهكذا دواليك.

بحلول علم 1930م أدرك تانسلي قصوره عن تحليل العلاقات بين النباتات تحليلاً كاماً دون الأخذ بتأثيرات الحيوانات في نظر الاعتبار. فبدأ بالجرد والتخطيط للمواشي العديدة التي تقتات على الأعشاب. ثم سرعان ما اكتشف أن أية دراسة لهذه المواشي لن تكمل للأسف ما لم تضمن جرداً بأكلات اللحوم التي تحكمت بمصائر هذه التجمعات من المواشي.

بعدها أدرك بأن عليه أن يضمّن الكائنات المعيدة للدورة الحياتية والخللة للأجسام الميتة (الكائنات التي تفتت المادة النباتية والحيوانية المتحللة إلى المواد الكيميائية الغذائية الأساسية للنباتات). وأخيراً، أضاف البيئة الفيزيائية (الغير المضوية) – مثل الماء، الترسيبات، المناخ... الخ.

أيقن تانسلي بحلول عام 1935م بأن كل منطقة درسها كانت تثل نظاماً محلياً مغلقاًً ومتكاملاًً يعمل كوحدة منفردة ويتضمن جميع الكائنات في تلك المنطقة المعنية وعلاقتها

باليئنة الغير العضوية المحلية. لقد كان ذلك مفهوماً عظيماً ومهيراً بحق، فجميع الأنواع الحياتية مرتبطة بعضها البعض، وما يحدث لأي منها يؤثر على الأخرى جيئاً.

الماء وضوء الشمس وبعض المواد الكيميائية الغير العضوية دخلت بدورها إلى النظام من الخارج. في حين كانت جميع الكائنات داخل النظام البيئي المغلق تقتات على بعضها، لتعبر بالطعام إلى أعلى ومن ثم ترجع به إلى أسفل الشبكة الغذائية.

اخصر ترانسلي أسم *ecosystem* أو «النظام البيئي» إلى *ecological system* أو «الإيكوسистем». لكن لم يحظ هذا المصطلح وذاك المفهوم بالشعبية والرواج حتى عام 1953م عندما نشر العالم الأمريكي يوجين أوودوم Eugene Odum كتابه *Fundamentals of Ecology* أو «أساسيات علم البيئة»، الذي شرح مفهوم النظام البيئي واستعمل مصطلح الإيكوسистем.

حقائق طريفة: من خدمات النظام البيئي الهامة التي لا يفكر بها معظم الناس هي عملية التلقيح pollination. لو لا الملقحات كالححل والخفافيش والدبابير، لما تواجد الآن 90% من المحاصيل الغذائية العالمية.



## القوة الضعيفة والقوية

### Weak and Strong Force

سنة الاكتشاف 1937 و 1983 م

ما هذان الاكتشاف والأخرتان من قوى الطبيعة الفيزيائية الأساسية الأربع  
من المكتشف؟ كارلو روبيا Carlo Rubbia (القوة الضعيفة) وهيديكى  
يوكاوا Hideki Yukawa (القوة القوية)

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لبعضة من القرون اعتقاد العلماء أن قوى الجاذبية والكهرومغناطيسية تحكم الكون بأسره. بعدها وجد علماء القرن العشرين أن نوى الذرات تتألف من بروتونات موجبة الشحنة. لم لا تفصل عن بعضها إذن، طالما أن القوى الكهربائية التماثلة تناصر بعضها؟ والأدهى من ذلك، لم كانت بعض الذرات تتحلل إشعاعياً بشكل طبيعي دون الذرات الأخرى؟

أوجب العديد من الفيزيائيين تواجد قوتين جديدين (قوية وضعيفة). في عام 1937م، اكتشف هيديكى يوكاوا القوة القوية، ولكن لم يحدث إلا في عام 1983م أن اكتشف كارلو روبيا الجسيمين الممثلين للقوة الضعيفة.

أكمل هذان الاكتشافان فهمنا لقوى الأربع التي تهيمن على العالم الكَمِي المجهري وتوجه عناقيد الجرات جميعها. تشكل القوى الضعيفة والقوية الأساس لفيزياء الكَمِ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

عرف نيوتن الجاذبية رياضياً عام 1666م، ومن جانبهم عرف فاراداي وأورستيد وماكسويل الكهرومغناطيسية في أوائل القرن التاسع عشر. ظن العلماء أن هاتين القوتين تحكمان الكون بأسره.

على أية حال، أدرك فيزيائيو القرن العشرين أن أية واحدة من هاتين القوتين لا تقدر على الحفاظ على كيان الذرة. كان مفترضاً بالتنافس الكهرومغناطيسي للشحنات التماثلة

(البروتونات) أن يفطر النواة الذرية. لم تواجدت النوى والذرات، إذن؟ أدرك علماء آخرون أن قوة ما يجب أن تكون مسؤولة عن تحلل النوى الشطة إشعاعياً.

افتراض العلماء وجوب تواجد قوتين جديدين: *strong force* أو «القوة القوية» (القوة التي تمسك نوى الذرة بعض) و *weak force* أو «القوة الضعيفة» (التي تسبب التحلل الإشعاعي). لم يتوفّر أي دليل على تواجد أي من هاتين القوتين حقيقة، ورغم أن العديد بحثوا في هذا المضمار، إلا أن أحداً لم يستطع تقصي أو إثبات تواجد أي منها حتى الثلاثينيات من القرن الماضي.

تصرّ هيديكي يوكاوا Hideki Yukawa عام 1936 أنه طالما لم يُعثر قط على أي من القوتين القوية والضعيفة، فإنهما لا بد تعملاً على مدى أقل من قطر نواة الذرة (و هكذا، ستفلتان من التقصي خارج هذا المجال الصغير للغاية). بدأ يوكاوا سلسلة من التجارب قام من خلالها بتحطيم البروتونات (نوى الهيدروجين) بالنيترونات ليرى إن كانت نواتج التصادم ستعطيه إشارة حول الكيفية التي عملت بها القوة القوية.

لاحظ يوكاوا إنتاجاً منظماً لجسيمات كبيرة (قياساً بالجسيمات الدون ذرية) قصيرة العمر، تدعى *pi-misons* أو «البالي-ميزيونات» (نوع من الغلون gluon) من هذا التصادم. هذا ما يعني أن البالي-ميزيونات كانت موجودة داخل نوى الذرات طالما أنها ففرت من هناك.

اقتصر يوكاوا بأن الميزيونات، بشكل عام، تقلل قوة الجذب المعروفة بالقوة القوية. بمحلاحة أن الفوتونات (حيث تقلل القوة الكهرومغناطيسية) والتجاذبات (حيث تقلل قوة الجاذبية) كانت عديمة الكتلة تماماً، اقترح بأنه كلما ازدادت كتلة هذه الجسيمات الصغيرة، كلما قصرت المسافة التي فرضت فيها بتأثيرها.

افتراض يوكاوا أن القوة القوية القصيرة المدى أتت من تبادل جسيمات الميزيون الكبيرة بين البروتونات والنيترونات، واستطاع أن يصف الميزيونات التي آمن بتمثيلها للقوة القوية، ولكنه دون أن يقدر على إنتاج أي منها فيزيائياً.

في عام 1947م، أجرى كل من لاتيس ومويرهيد وأوكاباني وباؤل تجربة على ارتفاع عال، طائرتين مستحلبات فوتografية على علو 3000 متر. أظهرت هذه المستحلبات البايون، الذي خضع لجميع متطلبات جسيمة يوكاوا.

ثبت أن القوة الضعيفة أصعب تأكيداً من خلال اكتشاف حقيقي. فانتظر الجميع إلى عام 1983م ليكتشف كارلو روبيا Carlo Rubbia، بالمركز البحثي الأوروبي المعروف بالسيرين CERN، دليلاً لإثبات وجود القوة الضعيفة للمرة الأولى. بعد إتمامه لعمله التمهيدي خلال سبعينيات القرن العشرين والذي مكّنه من حساب الحجم وخصائص فيزيائية أخرى للجسيمات المفقودة المسؤولة عن حمل القوة الضعيفة، عقد روبيا وفريق السيرين العزم على إيجاد هذه الجسيمات.

بعدها اقترح روبيا بتحوير السينكروترون الكبير في مركز السيرن بحيث يمكن تحقيق تصادم بين الحزم المسرّعة من البروتونات والبروتونات المضادة، فيؤدي إلى تحرير كميات كافية من الطاقة لتجسيم دقائق *boson* «البوسون» الضعيفة. في عام 1983، فصلت تجاريها على جهاز الحزمة المتصادمة جسيمين قصيري العمر، هما  $W$  و  $Z$ . تمكن روبيا من إظهار أن هذين الجسيمين كانوا الحاملين لما تسمى بالقوة الضعيفة الداخلية في عملية التحلل الإشعاعي لنوى الذرات.

أخيراً، تم اكتشاف القوى الأساسية الأربع للطبيعة (والمجسمات التي تحمل و تستحدث كلا من هذه القوى)، ليكمل بذلك النموذج القياسي الذي حل الفيزيائين إلى القرن الحادى والعشرين.

حقائق طريفة، كان هيديكى يوكاوا أول ياباني يحظى بشرف نيل جائزة نوبل.



\* القوة القوية سميت كذلك لأنها تفوق الجاذبية قوة بـ  $10^{38}$  مرة. فلو رفعت جسمًا يزن كغم واحد، فإنه يسلط قوة جاذبية تتناسب كغم واحد. ولو أردت أن تقدر قوة سحب القوة القوية، فعليك أن ترفع  $100,000,000,000,000,000,000,000,000,000$  جسمًا كل بوزن كغم واحد، وهو ما يفوق وزن الأرض بـ  $77$  تريليون مرة! – المترجم.

## الأيض (التمثيل) الغذائي

Metabolism

سنة الاكتشاف 1938 م

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشف كرييس السلسلة الدائرية للفاعلات الكيميائية التي تحول السكر إلى طاقة داخل الخلية وتقود عملية الأيض (التمثيل) الغذائي

من المكتشف؟ هانز أدولف كرييس Hans Adolf Krebs

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تجز العضلات الشغل لجسمك. فأنت تأكل الطعام وـ بطريقة ما - يتحول إلى طاقة تحرقها عضلاتك لتحررك. ولكن كيف؟ كيف يعمل هذا الشيء المسمى بالأيض الغذائي؟ إن عملية الأيض الغذائي في جسم الإنسان من الأهمية لفهمنا للتكون البشري بحيث منحت ثلاثة جوائز نوبيل للأشخاص الذين ساهموا في إفادتنا إياها. ذهبت ثالثتها لخوزة هانز أدولف كرييس، الذي فك اللغز أخيراً واكتشف كيف تويض أجسامنا الطعام إلى طاقة. لقد كان بحق، واحداً من أعظم الاكتشافات الطبية في القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

آمن عالم الفسلجة البريطاني أركيبالد هيل Archibald Hill بوجوب توليد العضلات للحرارة أثناء تقلصها. بحلول عام 1913م، استطاع أن يطور طرقاً لقياس تغيرات بصغر  $3/1000$  من الدرجة الحرارية. وكانت دهشته كبيرة عندما اكتشف أن لا حرارة تتولد أثناء التقلص العضلي كما لم يكن هناك أي استهلاك للأوكسجين كذلك!

بعد خمسة أعوام، اكتشف الألماني أوتو مايرهوف Otto Meyerhof اختفاء المركب الكيميائي المعروف بالكلإيكوجين وبالتالي ظهور حامض البنيك (اللاكتيك) أثناء التقلص العضلي، فأطلق على هذه العملية وصف anaerobic - وهي مشتقة من الإغريقية بمعنى «بدون هواء» أو «لاهوائي». ثم اكتشف مايرهوف أن الخلايا العضلية استعملت الأوكسجين لاحقاً لتفكيك حامض البنيك. كما وجّد باحثون آخرون أن

إضافتهم لأي من الحوامض الكاربونية الأربع المختلفة إلى شرائح من النسيج العضلي قد حفزت الأخير على امتصاص الأوكسجين.

رغم أن هذه الاكتشافات بدت مهمة، إلا أنها أحدثت من الحيرة والإرباك حول ميكانيكية عمل العضلات ما يضاهي الحلول والأجوبة التي أمدت بها، فغدت الحاجة إلى شخص ما ينطوي بين هذه الدراسات المختلفة والمربيكة ملحة أكثر من أي وقت مضى.

ولد هانز كرييس Hans Krebs عام 1900م بألمانيا، من أب يعمل جراحًا. درس الكيمياء والطب ثم توظّف لإجراء بحث في جامعة كامبردج، يتعلق بدراسة العملية الكيميائية للأيض العضلي.

بادئاً بحثه عام 1937م، درس كرييس كبد الحمام والنسيج العضلي للتلدي. فاستطاع أن يقيس كميات مجمّع معينة من الأحماض الناتجة عن أكسدة السكريات (تفاعلها مع الأكسجين)، يحتوي البعض على أربع ذرات كاربون لكل منها ويحتوي البعض الآخر ستة. كما لاحظ بأن هذه العملية أنتجت ثانوي أوكسيد الكاربون مع الماء والطاقة.

أضافت هذه النتائج على اللبس الخاصل في الموضوع. ما شأن كل هذه المواد الكيميائية بالتأثير على السكر إلى طاقة؟ وأخيراً، لزم كرييس أول الخطوة عندما لاحظ تفككاً لحمض الستريك وتكوناً له في الوقت ذاته، ثم لاحظ أن الأمر نفسه ينطبق على عدد من الأحماض الأخرى.

شيئاً فشيئاً بدأ يتضح لكرييس أن العملية كانت تعمل على شكل دورة - دورة بسبعين خطوات كيميائية منفصلة. لقد بدأت بحمض الستريك، ثم أنتجت كل خطوة المركبات الكيميائية والأحماض التي احتاجتها الخطوة التالية من الدورة. وبآخر خطوة، تكون حامض الستريك من جديد، ليعيد الدورة بأكمالها مرة أخرى.

تستمر هذه الدورة بلا نهاية في كل خلية من خلايانا، فتُسْتَهلك جزيئات الكلوكوز (السكريات) التي يوفرها الدم باستمرار، لتسجّل نوعين من المخلفات النهائية خلال الخطوات السبع التي تؤلف هذه الدورة: ثانوي أوكسيد الكاربون وذرات الهيدروجين الحرة. تتحد ذرات الهيدروجين هذه مع الأوكسجين ونوع من الفوسفات العالي الطاقة لتسجّل الماء ومركب ATP، المركب الكيميائي الذي يعمل عمل البطارية في خزنه لطاقة الخلية.

تدخل جزيئات السكر الدورة، وينخرج منها كل من ثاني أوكسيد الكربون والماء ومركب ATP النشط للخلايا. فبحلول عام 1938م، كان كرييس قد كشف الغطاء عن هذه الدورة الكيميائية الغربية تعقيداً وكفاءة بخطوهاها السبعة - رغم أنها قد صُممت بشكل خاص لإنقاذ هدف يبدو بسيطاً للوهلة الأولى: تمويل السكريات في الدم إلى طاقة الخلايا. ما يدعو للدهشة أن كل خلية حية في أجسامنا تؤدي هذه التفاعلات المتتابعة السبعة، بتحفيز من إنزيم لكل تفاعل على حدة، وفي كل دقيقة من كل يوم. ومع هذا، تكفل هانر كرييس باكتشاف هذه المنظومة على تعقيدتها والتواها!

حقائق طريفة: من مفهوم نظري، يمكن لشخص متوسط الجسم أن يولّد 100 واط من الكهرباء باستعمال مولد البايو-نانو، الذي يُعد خلية وقدية كهرو كيميائية على مقياس النانو، تقوم بسحب القدرة من كلوكوز الدم بنفس الطريقة التي يولّد الجسم بها الطاقة خلال دورة كرييس.



السلاك

Coelacanth

سنة الاكتشاف 1938م

ما هذا الاكتشاف؟ نوع حي من الأسماك كان يعتقد أنه انقرض منذ 80 مليون سنة

# من المكتشف؟ جي. إل. بي. سميث

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

صعق العالم العلمي عام 1938م عند اكتشاف السيلانكانت، فقد آمن جميع العلماء بأن هذا السمك قد أنقرض من 80 مليون سنة، ولم يُعثر على أي متحجر أو أثر له في الطبقات الألكتر حديثة. قوَّض هذا الاكتشاف الرأي القائل بأن المعرف من سجل المتحجرات يوثق وصول وانفراط الأنواع على هذا الكوكب توثيقاً دقيقاً كاملاً، بل أثبت أن الحيطات العبيقة تحمل أغذىً بيولوجياً لا تزال تقبع خارج حدود التخليل والاستئمار.

ما يضفي أهمية أخرى على اكتشاف السيلاكانت ليست بأقل أبداً من سابقاها، أنه عبارة عن «متحجر حي». فبدون تغير لاكثر من 400 مليون سنة، يعتبر السيلاكانت من الأقرباء المقربين لذلك السمك الذي كان أول مخلوق يزحف خارج البحر ليستقر على اليابسة قبل مئات الملايين من السنين، فكان بذلك أول برمائي وأول مخلوق بري. هكذا، يُعد السيلاكانت واحداً من أوائل أسلافنا، كما عدَّ هذا الاكتشاف الأهم في علم الحيوان في القرن العشرين. فهو من الادهال ما يضاهي التعثر فوق ديناصور حي في هذا الزمان!

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، كانت مارغوري كورتيناي-لاتimer Margorie Courtenay-Latimer متحف صغير في بلدة إيست لندن المينائية على جانب الخط الهندي من جنوب أفريقيا. وكان ربان قارب الصيد من أهالي البلدة، الكابتن هيندريلك غوسين Hendrick Gossen، معتقداً أن يطعنه على ما يصطاده من أسماك غريبة ومثيرة للاهتمام لدى عودته

إلى الميناء، علّها تزيد إضافتها إلى مجموعة مقتنياتها في المتحف. ولكن عادة ما كانت هذه الاكتشافات تظهر غير ذات جدوى أو فائدة.

كادت مارغوري تغلق المتحف للتتمتع بعطلة عيد الميلاد في ذلك اليوم المصادف للثالث والعشرين من شهر كانون الأول (ديسمبر) من عام 1938م، عندما تلقت اتصالاً من صديقها غوسين. لكنها لم تتو الذهاب إليه تقريراً، فقد أرادت الرجوع للبيت من أجل تغليف هدايا العيد.

على أية حال، قررت مارغوري المرور سريعاً برصيف الساحل على طريقها، حيث من المتاد أن تقام الأفراح في مثل هذه المناسبات بالمناطق الساحلية كبلدها. هناك، لم تجد مارغوري بدا من إلقاء نظرة عابرة على صيد غوسين هذه المرة. فحالما صعدت قاربه، لفت انتباها زعنفة زرقاء تبرز من تحت كومة من الأسماك الشعاعية والقروش المكَدَّسة على ظهر القارب. لم يسبق لها أن شاهدت هكذا لون أزرق متزوج على زعنفة سمكة من قبل، فتلهمت فعلاً من هول هذه المفارقة العجيبة.

يازاحة الأسماك التي اعتلتها، بان مارغوري ما وصفته كأجمل سمكة وقعت عليها عينها على الإطلاق. كانت بطول خمسة أقدام وبلون بنفسجي فاتح على زرقة، تخلله علامات متفرحة. رغم أنها لم تمتلك أدنى فكرة عن ماهية هذه السمكة، إلا أن مارغوري أدركت جيداً أن السمكة لم تكن مثل أي شيء اصطفي في المياه الخلية من قبل. فبالإضافة إلى تلوّنها الفريد من نوعه، لم ترتبط زعناف هذه السمكة بأي هيكل عظمي، بل بخصوص لحمية على جوانب جسمها، بدت وكأنها مصممة لتساعدها وتسمح لها بالزحف.

عادلة أدرجها إلى متحفها الصغير وبحوزتها هذه السمكة الشمينة، أسرعت مارغوري في قلب صفحات المراجع المتوفرة في المكتبة، حتى وقع نظرها على صورة قادها إلى ما بدارها استنتاجاً مستحيلاً. فقد شاهدت تماماً سمكة تواجدت في عصور ما قبل التاريخ، انقرضت منذ 80 مليون سنة!

أرسلت مارغوري برسالة تتضمن وصفاً مفصلاً للسمكة إلى البروفيسور جي. إل. بي. سميث J. L. B. Smith، أستاذ الكيمياء والأحياء بجامعة روذرس، حسين ميلاً جنوب إیست لندن. لسوء الحظ، كان البروفيسور مغادراً حينها لقضاء عطلة عيد الميلاد ولم يقرأ

رسالتها ل حين الثالث من كانون الثاني (يناير)، 1939م. حينئذ، أبرق لها البروفيسور فوراً: «مهم! حافظي على الهيكل العظمي والأعضاء والخياشيم للسمكة الموصوفة».

في هذه الأثناء، على أية حال، كانت أحشاء السمكة (و من ضمنها الخياشيم) قد رُمي بها خارجاً والسمكة قد نصبَت للعرض المتحفي. وصل سميث متحف مارغوري في السادس عشر من شباط (فبراير)، وجزم في الحال بصحة التعرّف الغير المؤكّد لصاحبة المتحف. لقد كان ذلك سيلاكانتا، سمك اعتقد أنه منقرض لأكثر من 80 مليون سنة!

لم يكن هذا الاكتشاف مهمًا للاعتقاد بانقراض السيلاكانتات كل هذه المدة فقط، ولكن أيضًا لإظهار هذا النموذج الحديث أنها لم تغير لأكثر من 400 مليون سنة!

لكن أراد سميث سيلاكانتا ثانيةً كاملاً هذه المرة ليزداد يقينه بما اكتشف. فالصق إعلانات بمكافأة قدرها مائة جنيه إسترليني لقاء الإثبات بنموذج كامل، لكن دون أن يُعثر على أحد فقط. لقد كانت تلك أربع عشرة سنة طويلة وشاقة حقاً قبل أن يتسلّم قبطان الصيد إريك هنت Eric Hunt سيلاكانتا كاملاً من صيادي الأسماك الأصليين على جزيرة كومورو بين زنجبار وإفريقيا. كان ذلك في الحادي والعشرين من كانون الأول (ديسمبر) عام 1952م.

حمل هنت هذا السيلاكانت الكامل إلى سميث وتم تأكيد الاكتشاف فعلاً، وبالتالي نشره الأخير في كتابه عام 1956م حول الأنواع الحياتية البحرية في المحيط الهندي، فجلجل بتصور العالم. إذا تمكن كائن يبلغ من العمر 80 مليون سنة من التربص في المحيطات دون العثور عليه، ماذا بعد كان يعوم متخفياً عبر الأعماق؟ رفع هذا الاكتشاف من أسهم علم البحار وزاد من اهتمام الناس به.

منذ عام 1956م، تم العثور على أكثر من مائتي سيلاكانت في تلك المنطقة بالذات. ولكن كانت قوة ملاحظة مارغوري كورتيني-لاتير وواسع معرفة جي. إل. بي. سميث ما حال دون أن يصبح هذا الاكتشاف المائل مجرد وجة سmek شهية أخرى.\*

\* أطلق البروفيسور سميث على السيلاكانت الاسم العلمي *Latimeria chalumnae*، تيمناً باسم السيدة لاتير وهر تشالومنا، حيث عُثر عليه - المترجم.



حقائق طريفة، قام الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة والمصادر الطبيعية مؤخراً بمسح شامل 40177 نوعاً حيائياً. من هذا المجموع، أدرج 16119 نوعاً ضمن لائحة الأنواع المهددة بالانقراض. تضمنت هذه اللائحة برمائياً من كل ثلاث برمائيات وربعاً من أشجار الصنوبر بالعالم، وكذلك واحداً من كل ثمانية طيور وواحداً من كل أربع ثدييات.

## الانشطار النووي

### Nuclear Fission

سنة الاكتشاف 1939

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشاف كيفية تجزئة ذرات اليورانيوم وإنتاج كمية هائلة من الطاقة  
من المكتشف؟ ليز مايتner

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان الانشطار النووي - تجزئة ذرات اليورانيوم لإنتاج الطاقة - واحداً من التطورات الفيزيائية الكبيرة للقرن العشرين. فقد رد على واحد من أعظم الغاز الفيزياء في العصر كما وفتح الباب إلى العصر الذري. يُعد هذا الاكتشاف الأساس للقدرة والأسلحة النووية. جزء لاكتشافها العديدة، لقبت ليز مايتير بـ«العالمة الأكثر أهمية لهذا القرن». يستحق إنريكو فيرمي الشرف في العديد من الاكتشافات الكبيرة في حقل الفيزياء الذرية، ولكن شهرته تأتي خصوصاً من صنع أول تفاعل نووي ذاتي الإدامة في العالم. فبهذا وضع فيرمي اكتشاف مايتير حيز التنفيذ العملي، فأعتبر الأب المؤسس للقدرة النووية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان كل من ليز مايتير Lise Meitner وأتو هان Otto Hahn باحثين بمعهد القيسار فيلهيلم برلين، ألمانيا. كجزء من دراستهما للعناصر المشعة، كافح ميتير وهان لسنوات من أجل خلق ذرات أنقل من اليورانيوم transuranic elements بقصف ذرات اليورانيوم ببروتونات حرقة. لقد بدا واضحاً بأن بعضها ستضرب الرواة وتتعلق بها، منتجة عنصراً أنقل من اليورانيوم. لكن هذه التجربة لم تنجح على الإطلاق.

كان الاثنين قد فحصلا طریقتهم على معادن ثقيلة أخرى، فنصرّف الكل حسب الموضع تماماً. عمل كل شيء حسب ما تنبأت به معادلات ليز الفيزيائية - حتى وصل اليورانيوم، أنقل عامل معروف. طوال الثلاثينيات من القرن العشرين، لم يقدر أحد أن يستنتج لم فشلت التجربة دوماً مع اليورانيوم بالذات.

لم يكن هنالك من سبب فيزيائي لعدم إمكانية تواجد ذرات أثقل، لكن باهت أكثر من مائة محاولة بالفشل في هذا السياق. كان واضحًا أن شيئاً ما يحدث في تجاربهم لم يقدروا على فهمه، فاحتاجا إلى تجربة جديدة من نوعها لظهور لها ما حدث فعلاً عندما قصنا نوى اليورانيوم ببروتونات حرة.

وأخيراً، خطرت لأتو خطة تقضي باستعمال الباريوم الخاملي إشعاعياً كمؤشر مستمر لتقصي وقياس تواجد الراديوم المشع. فلو تحلل اليورانيوم إلى راديوم، كان من شأن الباريوم الكشف عنه.

استهلك الثنائي ليز وهان ثلاثة أشهر أخرى بالفحوصات التمهيدية لإثبات كيفية تفاعل الباريوم مع الراديوم المشع بوجود اليورانيوم ولقياس سرع وأنماط التحلل المضبوطة للراديوم.

قبل أن يتمكننا من إثباتها والبدء بتجربتهما الحقيقة، كان على ليز الفرار إلى السويد هرباً من الحزب النازي هتلر لدى تسلمه سدة الحكم في البلاد. فأصبح أتو هان وحيداً أمام إجراء تجربتهم العظيمة.

بعد أسبوعين من إتمام هان لهذه التجربة، تسلمت ليز تقريراً مطولاً يصف فشل الأخير في مسعاه. كان هان قد قصف اليورانيوم بسيل مكثف من البروتونات لكنه لم يحصل حتى على الراديوم، بل تقصى كمية أكبر من الباريوم فقط - أكثر بكثير من الكمية التي ابتدأ بها. مذهولاً بهذه النتيجة، توسل هان إلى ليز لمساعدته على فهم حقيقة ما جرى.

بعدها بأسبوع، وبينما كانت ليز في مشية طويلة ببقابها الثلجي عبر ثلوج الشتاء المبكر، ومضت في ذهنها صورة خاطفة للذرات تترنح نفسها فتنفصل أحوزتها. لقد كانت الصورة من الحيوية والإجمال والقوة بحيث كادت ليز أن تشعر بنبض النوى الذري وتشم رائحة كوي من كل ذرة وهي تشق نفسها في محيلتها.

عرفت من توها أنها قد وُهبت الجواب الذي كانا يبحثان عنه. لا أبد أن إضافة بروتونات إضافية قد زعزعت من استقرار نوى اليورانيوم، فانشطرت جرائزها. تجربة أخرى جديدة أثبتت أن قصف اليورانيوم المشع ببروتونات حرة أدى إلى انقسام كل ذرة يورانيوم إلى اثنين، منتجة الباريوم والكريبيتون، مع تحرير كميات هائلة من الطاقة خلال هذه العملية.

هكذا إذن، اكتشفت ميتر عملية الانشطار النووي.

بعد أربع سنوات تقريباً، عند تمام الساعة 2:20 دقيقة من بعد ظهر يوم الثاني من كانون الأول (ديسمبر) من عام 1942م، كبس إنريكو فيرمي Enrico Fermi المفاح الذي رفع المئات من قضبان تحكم الكادميوم الماصة للنيوترونات خارجاً من أكdas قطع الكرافيت المربوطة ببضعة أطنان من كربونات أوكسيد اليورانيوم. كان فيرمي قد كرس 42000 من قطع الكرافيت في ملعب اسکواش واقع تحت المدرجات الغربية لميدان ستاغ، ميدان جامعة شيكاغو لكرة القدم.

لقد كان ذاك أول مفاعل نووي في العالم، وناتجاً لاكتشاف ميتر. أما صنع القبلة النووية عام 1945م، فقد كان التطبيق الثاني لأنشطار ميتر.

حقائق طريفة: بعد وفاة ليز مايتر، سمي العنصر التاسع بعد المائة على الجدول الدوري للعناصر تيمناً باسمها: «ميتريوم».



---

\* صدق آينشتاين حينما قال عن مايتر "إنما يعتابه ماري كوري بالنسبة لنا"، فقد كانت هذه المرأة مثالاً ناطقاً للوفاء والكد والحب، رغم كل ما عانته من جميع من حولها - سواء من ألمانيا، من السويد، من رفقاء عملها، من جنة نوبيل، بل وحتى من أقرب أصدقائها: أوتو هان. لكن على خلاف كوري التي حازت على جائزتين من جوائز نوبيل، لم تقل مايتر أيّاً منها، فقد تغاضى الجميع عن دورها، وشن هان حملة هوجاء قاسية لسحب الثقة عن دور مايتر (صاحب الفضل الأول) في اكتشاف الانشطار النووي، فنفرد هو لوحده بالجائزة. مع ذلك، لم يُعرف عن مايتر أي تذمر أو تشكي حال هذا الغبن، بل حافظت على صداقتها مع هان وأثرت عدم المساس بمحسنه رغم الألم الذي اعتصر في نفسها، كما بدا واضحًا في بعض رسائلها له. لدى الكثيرين، مايتر وهان إسمان متراداً، لشخصين تصادقاً رغم خطوب الدهر لمدة تقارب الستين سنة، فقد ولدا عام 1878م تفصلهما شهور قلائل، وتوفيا عام 1968م يفصلهما شهرين أثناان، وحقي عنصري الهانيوم (105) والميتريوم (109) لم يفصلهما سوى خمس خانات على الجدول الدوري - قبل أن يتم استبدال اسم العنصر هانيوم بدوبينيوم، ولكن بقي العنصر 109 على اسمه باتفاق الجميع! - المترجم.

## بلازما الدم

### Blood Plasma

سنة الاكتشاف 1940م

ما هذا الاكتشاف؟ البلازما هي ذلك الجزء من دم الإنسان الذي يبقى بعد فصل كريات الدم الحمر خارجاً

من المكتشف؟ تشارلز درو Charles Drew

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

يمكن حزن الدم الكامل خزناً سليماً لأيام قلائل. لقد عنى هذا دائماً أن عمليات إعطاء الدم يجب أن تكون من مصادر محلية وبأن تُعطى بوقت الحاجة. لم يكن بقدور الدم السفر لمسافات بعيدة، وكثيراً ما افتقر ذوو الأنواع الغير الشائعة إلى الدم الملائم لهم خالل العمليات الجراحية، فعانون جراء ذلك أحياناً معاناة.

اكتشف درو عملية فصل الدم إلى كريات دموية حمراء وبلازما، فأمدَّ هذا الاكتشاف كثيراً بعمر الخزن للدم وأنقذآلاف - أو ربما ملايين - الناس من الموت. أدخل اكتشاف درو بنوك الدم حيث الخدمة العملية، فلا تزال منظمة الصليب الأحمر تستعمل عملياته وأكتشافه حتى اليوم في تنفيذ برنامجه لإعطاء الدم وحزنه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

تعتبر فكرة نقل الدم قديمة قدمآلاف السنين، فقد مارسها قدماء أطباء الرومان. ولكن ما فتأت هذه العملية تعاني مشكلة خطرة للغاية، ألا وهي تسببيها بوفاة العديد من المرضى المسلمين للدم. لم يستطع أحدفهم سبب حدوث هذه المشكلة حين عام 1897م، الذي شهد اكتشاف كارل لاندشتاينر للمجاميع الدموية الأربع (A,B,AB,O). وبحلول عام 1930م، كان باحثون آخرون قد قسموا هذه الجماعي بدورها إلى ثمانية أنواع، وذلك من خلال التعرف على عامل RH لكل مجموعة (مثلاً: O<sup>+</sup>,O<sup>-</sup>,A<sup>+</sup>,A<sup>-</sup>,...الخ).

بهذه الاكتشافات، أصبحت عملية نقل الدم سليمة 100% تقريباً، ولكن كان على المستشفيات الآن حزن ثمانية أنواع من الدم بغرض توفير كل ما يمكن الحاجة إليه أثناء

العمليات الجراحية. مهما يكن من أمر، فإن معظم الدم المعطى كان يفسد وبالتالي يُرمي قبل استعماله والاستفادة منه، فكانت بعض الأنواع تستنفذ ويواجه المريض خطرًا كبيراً عندما يضطر لإجراء عملية جراحية بدونأخذ للدم. أصبح خزن الدم مشكلة أساسية لأقسام الجراحة والمستشفيات عموماً.

ولد تشارلز درو Charles Drew في العاصمة الأمريكية واشنطن بمنتصف صيف عام 1904م. بينما كان لاعب كرة قدم أمريكي موهوباً ومشهوراً في كلية أمهرست، اختار درو أن يدرس الطب بدلاً من لعب الرياضة.

في عام 1928م، قبل درو للدراسة في المدرسة الطبية بجامعة مكجيل في كندا (واحدة من مدارس الطب الجامعية القلائل في قبول الطلاب السود عام 1928م). هناك، درس درو تحت إشراف الدكتور جون بيتي Dr. John Beattie، البروفسور الزائر من إنجلترا. في عام 1930م، بدأ بيتي ودرو بدراسة طرق تمديد فترة خزن الدم السليم خارج الحدود المتواجدة آنذاك والمقدرة يومين لستة. كان عمر الخزن القصير لهذا قد حد كثيراً من المتوفر حينها من إمدادات دموية.

تخرج درو في عام 1935م وترك الجامعة بقليل من التقدم المحقق في هذا المجال. وفي عام 1938م، تولى منصباً بحثياً في جامعة كولومبيا بمدينة نيويورك، فاستمر في بحثه عن الدم، حيث طور تقنية للطرد المركزي سمحت له بفصل الكريات الدموية الحمراء عن باقي الدم، فأطلق على هذا «الباقي» أسم *blood plasma* أو «بلازما الدم».

سرعان ما حسم درو أن كريات الدم الحمر تحوى على مواد فريدة من نوعها مسؤولة عن تقسيم الدم على ثانية أنواع مختلفة، بينما تعتبر بلازما الدم عامة بالنسبة لجميع أنواع الدم وبالتالي لا تحتاج تطابقاً. إذ أتضح له أن البلازما من أي واهب تجانس أي متسلم كان، الأمر الذي أضفى عليها جاذبية خاصة لأغراض إمداد الدم.

فحصل درو على البلازما واظهر أنها تبقى أطول بكثير من كامل الدم، ثم أظهر بعدها أن كريات الدم الحمر المفصولة عن البلازما يمكن أن تخزن أيضاً لأطول من الدم الكامل.

توصل درو إلى اكتشاف آخر عام 1939م يقضي بإمكانية تجفيف البلازما وشحنها لمسافات بعيدة ثم إعادة إرها (إعادة تركيبها) من جديد بإضافة الماء إليها قبل الجراحة بقليل. فجأة، أصبح ممكناً أن يكون واهبو الدم على بعد آلاف الأميال عن متسلمه.

في عام 1940م، نشر دو رو طروحته للدكتوراه، تضمن فيها دليلاً الإحصائي والطبي عن دوام البلازمما لفترة أطول من كامل الدم وأسهب في شرح عملية فصل الدم إلى كريات دموية حمراء وبلازمما وكذلك عملية تجفيف البلازمما. أصبحت هذه المعلومات دليلاً إرشادياً لإدارة ومعالجة الإمداد الدموي الوطني. وفي عام 1941م، ابتكر دو رو أولى «ناقلات الدم» -شاحنات مزودة بثلاجات- وساق أول حملة للتبرع بالدم (لصالح الطيارين والجنود البريطانيين).

اكتشف دو رو البلازمما وطريقة حزن الدم بشكل سليم وللنقل البعيد، كما وخلق نظاماً عملياً لبنوك الدم ونقلاته في أغراض جمع ومعاملة وخزن وتحميم الدم إلى حيث هنالك حاجة. وأخيراً، أصبحت عمليات نقل الدم سلية وعملية في آن واحد.\*

حقائق طريفة: هل الدم كله أحمر؟ لا، فللسرطانات دم أزرق، حيث يحتوي على النحاس بدل الحديد. أما ديدان الأرض والعلقات، فإنها لها دماً أخضر اللون، سبب خضرته مادة مشتقة من الحديد تدعى كلوروكرورين chlorocruorin. كما تمتلك العديد من اللافقاريات، كنجم البحر مثلاً، دماً صافياً أو مصفراً.



---

\* توفي دو رو عام 1950م (بعمر السادسة والأربعين)، وذلك في حادث سيارة خلال ذهابه لحضور مؤتمر طبي. تقول الكثير من الروايات أن مكتشف البلازمما ومتبدع طريقة نقل الدم الأكثر سلامة وتطبيقاً حتى اليوم، الدكتور ريتشارد دو رو، نزف حتى الموت دون أن يتلقى الدم والرعاية اللازمة من مستشفى قريب من مكان الحادث، وذلك بسبب عرقه الأسود - المترجم.

# الترانزستور الشبه موصل

## Semiconductor Transistor

سنة الاكتشاف 1947م

ما هي الماده التي تحولها، لحظياً، إلى موصلة  
خارقة

من المكتشف؟ جون باردين John Bardeen

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نال جون باردين أول جائزة نوبل له لاكتشافه تأثير الترانزستور للمواد الشبه موصلة. معظم المواد إما أن توصل التيار الكهربائي (موصلات) أو تسد تدفق التيار (عوازل)، ولكن قلة منها تسمح أحياناً بتدفق بعض من التيار الكهربائي (أشباه موصلات). رغم أنها اكتشفت بأواخر القرن التاسع عشر، إلا أن أحداً لم يفطن إلى قيمة أشباه الموصلات حين اكتشاف باردين لتأثير الترانزستور.

لقد أصبح الترانزستور بمثابة عمود فقري لكل رقاقة أو دائرة حساسية واتصالية والكترونيات منطقية بُنيت خلال الخمسين عاماً فائتاً. لقد أحدث الترانزستور ثورة في عالم الإلكترونيات وجعل من وجود معظم القطع الحديثة من الأدوات المعدنية الإلكترونية والحاوية الضرورية أمراً ممكناً بالفعل. لا توجد منطقة من الحياة أو العلم لم تتأثر بهذا الاكتشاف الوحيد تأثيراً بالغاً وعميقاً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لقد كان جون باردين John Bardeen طفلاً معجزة بحق، فقد قفز على الصفوف الابتدائية الرابعة والخامسة والسادسة وحصل على درجة الماجستير في الفيزياء بعمر الحادية والعشرين. حاصلاً على شهادة Ph.D من جامعة هارفرد، عمل باردين على تدريس الفيزياء بجامعة مينيسوتا حين عام 1945م، حين تم توظيفه من قبل مختبرات بيل، المصنع البصري للاتصالات والالكترونيات العالمية التقنية.

في خريف عام 1947م، ضم باردين القوى مع كل من وليام شوكلي William Shockley ووالتر براتين Walter Brattain وهما في خضم دراستهما عن الاستعمال المحتمل للمواد الشبه موصلة في الالكترونيات. كان شوكلي يتقاسم «الحلم الصناعي» بتحرير الالكترونيات من الصخامة والهشاشة وتوليد الحرارة واستهلاك القدرة العالية للأنبوبة المفرغة. ومن أجل السماح لأشباه الموصلات باستعاضة الأنابيب، كان على شوكلي أن يجعل من المادة الشبه موصلة قادرة على تضخيم وتقويم الإشارات الكهربائية. لكن، باءت جميع محاولاته بالفشل.

بدأ باردين عمله بدراسة وتأكيد صحة حسابات شوكلي وكذلك توافق نججه مع النظرية المتفق عليها. كان حريراً بتجارب شوكلي أن تعمل، إذن. ولكن النتائج التي حصلوا عليها من استعمال الجرمانيوم (مادة شبه موصلة شائعة)، لم تتوافق قط مع النظرية. هنّ باردين بأن تعارضاً سطحياً غير محدد على الجرمانيوم لا بد أي يكون السبب في سد تدفق التيار الكهربائي. شرع الرجال الثلاثة بفحص استجابات السطوح الشبه موصلة للضوء، الحرارة، البرودة، السوائل، وترسب الأفلام المعدنية. فعلى مناضد مختبرية واسعة، حاولوا أن يدخلوا التيار الكهربائي بالقوة إلى الجرمانيوم خلال معادن سائلة ومن ثم خلال نقاط تلامس سلك متّحّم.

استهلك هذا الثلاثي معظم شهر تشرين الثاني (نوفمبر) والكثير من كانون الأول (ديسمبر) من عام 1947م بمثل هذه الاختبارات، إلى أن وجدوا أخيراً بأن نقاط التلامس هذه قد عملت نوعاً ما. إذ أصبح بالإمكان إمداد تيار قوي عنوة عبر الجرمانيوم إلى قاعدة معدنية على الجانب الآخر، ولكن عوضاً عن تكبير الإشارة (جعلها أقوى)، فقد استهلكت هذه العملية الطاقة في واقع الأمر (جعلتها أضعف).

ثم لاحظ باردين شيئاً غريباً وغير متوقع. فقد حصل له عرضاً أن أخطأ فيربط أسلاكه الكهربائية، مرسلًا تياراً مايكروياً (صغرياً) إلى نقطة تلامس الجرمانيوم. فلدى إمداد هذا تيار الضعيف جداً من نقطة تلامس السلك إلى القاعدة، فإنه أحدث «ثغرة» في مقاومة الجرمانيوم لسريان التيار. لقد حول التيار الضعيف الشبه موصل إلى موصل خارق.

كان على باردين أن يعيد عرض هذه الظاهرة مراراً ليقنع نفسه أولاً وزميلي عمله ثانياً بأن هذه النتائج المذهلة لم تأتي بمحض الصادفة. تكررت النتائج ذاتها مرة تلو الأخرى مع أية مادة شبه موصلة حاولوا معها: تيار عالي - مقاومة عالية، تيار واطئ - لا مقاومة فعليّاً.

أسمى باردين هذه الظاهرة بـ «مقاييسات النقل transfer resistors» أو ترانزستورات transistors. لقد وفرت هذه الظاهرة طريقة للمهندسين لتقديم إشارة ضعيفة وكذلك تنشيطها بأضعاف عدة لقوتها الأصلية. كانت الترانزستورات تحتاج 50/1 من الحيز الذي تشغله أنبوبة مفرغة و 1/1000000 من قدرها وبأداء يفوقها كفاءة. جراء على هذا الاكتشاف، تقاسم الرجال الثلاثة جائزة نوبل في الفيزياء علم 1956.\*

حقائق طريفة: دخل أول راديو بالترانزistor، باسم Regency TR-1، الأسواق في 18 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1954م. كان سعره مساوياً لـ 49,95 دولار أمريكي (ما يعادل 361 دولاراً أمريكيّاً عام 2005م!). لم يحدث إلا في أواخر ستينيات القرن الماضي أن أصبحت راديوهات الترانزistor رخيصة بحيث يقدر كل فرد على امتلاكها.



---

\* تقاسم باردين ثالث جائزة نوبل له في الفيزياء مع عالمين آخرين، هايلون كوبر Leon Cooper وجون شريفر John Schrieffer، عام 1972م. جاء ذلك عقب إثباتهم بنظرية بي. سي. إس BSC theory (حسب أوائل حروف أسمائهم) التي تعتبر النظرية القياسية لظاهرة التوصيلية الخارقة. بهذا، يعتبر جون باردين أول شخص ينال جائزة نوبل في الحقل ذاته، وثالث أربعة حازوا عليها مرتين (بعد ماري كوري ولينوس باولينغ Linus Pauling، ثم ثالث فريدريك سانغر Frederick Sanger) - المترجم.

# الانفجار الكبير

## The Big Bang

سنة الاكتشاف 1948 م

ما هذا الاكتشاف؟ بدأ الكون بالانفجار العملاق لنقطة من المسادة ذات كثافة لا متناهية وحجم يضاهي حجم الكرة من المكتشف؟ جورج غاموف George Gamow

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن دراسة تاريخنا وأصولنا ضرورية لفهم هويتنا، وتتضمن هذه الدراسة تاريخ البشر، الحياة على كوكبنا، كوكبنا بذاته، والكون بأسره. لكن كيف لأحد أن يدرس تاريخاً جاء وذهب خفية دون أن يراه أحد قبل بلايين السنين الماضية؟

يمثل عمل غاموف أول محاولة جادة لخلق وصف علمي معقول لبداية هذا الكون. كان غاموف من أطلق على تلك اللحظة من الولادة المتفجرة اسم «الانفجار الكبير»، الذي لا يزال قيد الاستعمال حتى يومنا هذا. كما كان غاموف ذاته من استطاع أن يعيّد خلق ظروف الكون قبل بلايين السنين بطريقة رياضية، ومن ثم وصف على ضوئها الكيفية التي قادت بها تلك الظروف البدائية إلى الكون الحالي الذي نقدر على رؤيته وقياسه، فكانت اكتشافاته فاتحة لدراسة علمية للماضي السحيق.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1926م، اكتشف إيدين هابل أن الكون يتمدّد - أي يزداد كبيرة. ولد هذا الاكتشاف تساؤلات لدى العلماء عما بدأ عليه الكون في الماضي: هل كان يتمدّد دائمًا؟ كم كان صغيراً حينذاك؟ هل كانت هناك لحظة ما بدأ فيها؟ كيف بدأ في ذلك الزمان؟

من هذا المنطلق، شرع البعض بتخمين متى وكيف بدأ الكون. ففي عام 1927م، افترض جورجي ليميتري Georges Lemaitre أنه طبقاً لاكتشاف هابل وفي نقطة بعيدة من الماضي، كان الكون بمجمله مضغوطاً في ذرة واحدة من المادة بكثافة لا متناهية، أسمها cosmic egg أو «البيضة الكونية». بحلول عام 1930م، كانت فئة قليلة من العلماء

حاولت وصف هذه «البيضة الكونية» والكيفية التي انفجرت بها لتولد هذا التمدد المستمر لكوننا.

ولد جورج غاموف George Gamow عام 1904م في أوديسا بأوكرانيا. و هو لا يزال طالب فلك شاباً، عُرفت عن غاموف نكاته و مقابلاته و حفلاته الساحرة بقدر ما عُرف عنه علمه. مع ذلك، هاجر غاموف عام 1934م إلى أمريكا واستطاع أن يؤمّن لنفسه درجة الأستاذة (البروفيسورية) في الفيزياء النظرية بجامعة جورج واشنطن في العاصمة الأمريكية. كان هناك عندما سمع غاموف لأول مرة عن مفهوم البيضة الكونية، والمشكلة التي عانتها هذه النظرية من حيث افتقارها لأي مفهوم علمي أو بيانات أو دراسات رقمية يمكن أن تستند لها أو تثبت جدواها.

قرر غاموف أن يستعمل المتاح من أدوات الفيزياء والرياضيات ونظرية الكم ليبرهن فيما لو كان الكون قد بدأ حقاً على هيئة ذرة واحدة بكثافة تعددى القياس، تدعى البيضة الكونية. فاستهل عمله هذا بمعادلات آينشتاين في النسبية العامة.

خلال الأربعينيات من القرن العشرين، أضاف غاموف على خلطته الفيزيائية والكميائية والحسابية عملاً خاصاً به، سبق أن أجراه وأثبت من خلاله أن الفرن الشعوي للشمس وقوده نوع الهيدروجين التي تحول إلى هيليوم. فاستعمل رياضيات هذا النموذج الأخير ليحدد ما أمكن أن يحدث لمختلف الذرات في كرة نارية بدائية، كما استفاد من البحوث المقدمة عن تطوير القبلة الذرية والبيانات الاختبارية التي تصف الإشعاع عالي الطاقة لمختلف النوع، وذلك بغية وصف ما حصل داخل نار بحرارة تكاد تكون لا متناهية.

شيئاً فشيئاً، وبناء على هذه المصادر، بدأ غاموف يبني ثوذاً لانفجار البيضة الكونية وللتفاعلات الكيميائية التي حصلت في الثوابي التي تلته. فأطلق غاموف على هذا الانفجار اسم «الانفجار الكبير»، كما أظهر رياضياً كيف أن الكون عند تلك اللحظة كان مؤلفاً بالأساس من نيوترونات كثيفة التكددس. سمح له ذلك باستعمال الدراسات المتوفرة عن الكيفية التي تحدّد بها النيوترونات - تحت درجات قصوى من الحرارة والضغط - لتكوين نوع أكبر، وتنفصل كذلك إلى بروتونات وإلكترونات لتشكّل بذلك الهيدروجين والهيليوم. كان غاموف قادرًا على اقتداء هذا الانفجار الكوني رياضياً من بدء حدوثه فيباغاً عبر الزمن. تضمّن هذا الوصف صورة مفصّلة لانفجار كرة النار ثانية بثنائية وأظهر - حسب

قوانين فيزيائية وكميائية معروفة - كيف نتج عن ذلك الانفجار تركيب وتوزيع المادة التي تزلف كوننا الحالي.

كما بين غاموف أن الانفجار الكبير لا بد أولد دفعه هائلة من الطاقة انتشرت وتجددت مع تعدد الكون، ولكنها ستبقى «هناك» بحيث يمكن تصفيتها على هيئة «شفق» خافت أو صدى لذلك الانفجار العظيم، ويمكن الاهتداء إليه كحزمة من الضوضاء عند درجة 5 كلفن.

عشر أخيراً على هذا الإشعاع الخلفي الكوني بأواخر السبعينيات من القرن المنصرم من خلال استخدام تقنيات الفلك الراديوى المقدمة، مما أثبت صحة نظرية الانفجار الكبير لغاموف. مستعملاً الفيزياء والكيمياء والرياضيات، اكتشف غاموف ولادة الكون قبل 15 بليون سنة خلت.

حقائق طريفة: كان غاموف شخصاً مهيباً بطلعة بطول ستة أقدام وزن يفوق 100 كغم، ولكنه كان كعفريت صغير في مقابلته ومطباته. فقد وصفه صحفي من الاتحاد الدولي للصحافة ذات مرة بأنه «العالم الوحيد من أمريكا الذي يمتلك روح فكاهة حقيقة».



## تعريف المعلومات

### Definition of Information

سنة الاكتشاف 1948 م

ما هذا الاكتشاف؟ يمكن للمعلومات أن تتبع جميع القوانين الرياضية والفيزيائية الموضوعة لوصف المادة وأن تعمل على غرار المادة الفيزيائية من المكتشف؟ كلود شانون Claude Shannon

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في كل مرة تركب فيها أمواج الانترنت، تحمل مقالة ما، تطبع من جهازك للكمبيوتر، تستعمل هاتفًا خلويًا، تستعير قرصاً من الـDVD، فاعلم أنك تفعل ذلك بفضل اكتشاف كلود شانون. اندلعت الثورة الرقمية برمتها مع اكتشاف كلود شanon أن المعلومات يمكن أن تحوّل إلى وحدات رقمية digital bits من المعلومات، وتعامل معاملة أي تدفق فيزيائي للمادة.

جعل شanon من المعلومات فيزيائية بطبيعتها، وسح اكتشافه للعلماء والمهندسين أن يتحولوا من التقنيات التماضية (الانالوك) إلى الرقمية (الديجيتال)، كما فتح الطريق أمامهم إلى عصر المعلوماتية. لقد دعيت مقالته التي نشرها عام 1948 م لوصف الطبيعة الرقمية للمعلومات بмагنا كارتا<sup>\*</sup> عصر المعلوماتية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد كلود شانون Claude Shannon في ريف ميشيغان بأمريكا عام 1916 م. نشأ هناك ونشأت معه موهبة ومهارة في قضايا الالكترونيات، فكان يحول أسواراً طويلة من

\* ماغنا كارتا (الميثاق الأعظم) Magna Carta: أول دستور مدون في التاريخ الحديث. صدرت مسودة هذه الوثيقة عام 1214 م، ثم صادق عليها الملك الإنجليزي جون لاكلاند John Lackland عام 1215 م. تنظم هذه الوثيقة العلاقة بين القوى الرئيسية الثلاث في إنجلترا، وهي الملك والبارونات والكنيسة، حيث أقررت الملك بالقانون الإقطاعي واحفاظه على مصالح البلا. ييعت نسخة نادرة منه بسعر قياسي قدره 3,21 مليون دولار في كانون الأول (ديسمبر) عام 2007 م خلال مزاد علني في نيويورك - المترجم.

الأسلك الشائكة إلى نظام تلفون خاص به، ويكتسب التلود من تصليح وإعادة ترميم أجهزة الراديو. ثم درس شانون الدكتوراه في الرياضيات بمعهد ماساشوسيتس التكنولوجي MIT. وصفه أساتذته بالفائق الذكاء ولكن من غير أي يكون مثالاً للطالب الجيد في دراسته، إذ كان يقضي معظم أوقاته في تصميم لعب الأطباقي الطائرة ومكائن قذف الكرة والتقاطها.

على أية حال، أجملت رسالة شانون في الماجستير عام 1938م عالم الفيزياء، حيث وصف فيها الانسجام الكامل بين دوائر الفتح الإلكتروني ورياضيات عقري القرن التاسع عشر البريطاني جورج بول George Boole. أظهر شانون أن دائرة إلكترونية بسيطة يمكنها أن تنجز جميع العمليات الخاضعة للمنطق الرمزي للعالم بول. كانت تلك المرة الأولى التي يبين فيها شخص ما أن رياضيات أكثر من بسيطة يمكن تجسيدها في دوائر إلكترونية. فتحت رسالة هذا الطالب الباب على مصراعيه لتطوير الكمبيوترات الرقمية، التي ظهرت بعد ذلك بعقد من الزمان.

عقب تخرجه، وُظِّف شانون من قبل مختبرات تلفون بيل في نيو جيرسي. كان المهندسون هناك يعانون من مشكلة: كيف يمكنهم حشو مزيد من «المعلومات» في سلك صاحب أو قناة موجية دقيقة (مايكرو-ويفية)!؟ فأوكلاوا المهمة إلى كلود شانون، رغم أنه عُرف أكثر بر Kob درجة أحادية العجلة عبر ردهات المختبر.

تجاوز شانون محاولات غيره في العمل مع أنواع معينة من المعلومات - نص، أرقام، صور، أصوات... الخ. كما قرر ألا يعمل على أية طريقة من طرق نقل المعلومات - الأسلك، أمواج الصوت عبر الهواء، الموجات الراديوية، الموجات الدقيقة... الخ. بدلاً من كل هذا، قرر شانون أن يركّز على سؤال أساسي جداً لم يفكر أحد بدراساته: ما هي المعلومات؟ ما الذي يحدث عند انتقال المعلومات من المرسل إلى المستقبل؟

كان جواب شانون أن المعلومات تستهلك الطاقة، وتقلل من الشك عند وصولها. ببساطة أنواعها (ذرة أو كاما من الطاقة)، فإن المعلومات تحيب سؤالاً بسيطاً من نوع نعم/لا، هو الذي يقلل (أو يزيل) الشك بدوره. أرم قطعة نقدية، هل ستكون صورة أم كتابة؟ أنت لا تعرف، ولست متأكداً لحين استقرار القطعة، حينها ستحصل على المعلومة: نعم أو لا، كانت صورة أم لا. لا (شك) بعد الآن، تلك هي (المعلومة)!

أدرك شانون أن بإمكانه تحويل جميع المعلومات إلى شرط طويلاً من وحدات معلوماتية منفردة بشكل نعم/لا، وبأن القياسات الكهربائية مثالية لمعاملة ونقل هذا النوع من المعلومات الرقمية. بهذه الطريقة، حول شانون المعلومات -بأي نوع كانت- إلى شرط من التعلمات واللاءات الرقمية (آحاد وأصفار).

كان شانون قادراً على تطبيق القوانين الفيزيائية على سیول المعلومات، وأظهر بأن هناك حداً لكمية المعلومات التي يمكن دفعها خلال أية قناة للاتصالات - تماماً مثل كمية الماء التي يجد دفعها خلال خرطوم ما بغض النظر عن مدى كبر الضغط. كما اشتق معادلة رياضية ليصف العلاقة بين مدى الترددات المتوفرة لحمل المعلومات وكمية المعلومات التي يمكن حملها، والتي أصبحت ما نسميه الآن «عرض الموجة».

جعل اكتشاف شانون من المعلومات فيزيائية وسهلة العمل بما مثل ماء يتدفق خلال أنبوبة أو هواء يضخ من خلال توربينة. وهذا، اكتشف شانون ماهية المعلومات وفتح الباب لعصرنا الرقمي الحديث.

حقائق طريقة: هناك 6000 فيروس كمبيوتر جديد يُطلق شهرياً.



## الموَرثات المتقافزة

Jumpin' Genes

سنة الاكتشاف 1950 م

ما هي هذه الاكتشاف؟ المورثات ليست مثبتة بشكل دائم على الكروموسومات،  
لكن يمكن أن تففر من مكان إلى آخر

من المكتشف؟ باربارا مكلينتوك Barbara McClintock

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

وافق كل باحث في العالم بأن المورثات مصفوفة على امتداد الكروموسومات بواقع ثابتة كقطع لؤلؤ في عقد. عاملة لوحدها بعقل ذرة صغير في مهب الريح عند بناء كولد سبرينغ بجزيرة لونغ في أمريكا، أثبتت باربارا مكلينتوك أن كل عالم وراثة آخر في العالم كان على خطأ.

من خلال دراستها للذرّة البرية بعناية، وجدت باربارا مكلينتوك بأن المورثات لا (يعكها) التكافر فقط، بل تكافر (فعلاً) بشكل منتظم ومستمر من مكان لآخر على الكروموسوم، كما وجدت أن مورثات مسيطرة قليلة توجّه هذه المورثات المراسلة المتقافزة لتغيير أماكنها وبالتالي تشغيل أو إيقاف تشغيل المورثات المجاورة في مكانها الجديد.

أصبح عمل باربارا مكلينتوك حجر أساس لعدد من الإنجازات الكبيرة في مجال الطب ومكافحة الأمراض. وصفت لجنة جائزة نوبل عام 1983 العمل الرائد لباربارا مكلينتوك بأنه «واحد من أعظم اكتشافين اثنين في علم الوراثة بزماننا هذا».

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بشهادة Ph.D في علم الوراثة، عاشت باربارا مكلينتوك Barbara McClintock في شقة مرئية من غرفتين تعلو المرآب الأخضر الزاهي لمديرية بحث بناء كولد سبرينغ التابعة لمعهد كارنيجي.

\* الاكتشاف الآخر هو فك تركيب الـ DNA من قبل واطسون وكريick عام 1953 م - المترجم.

كانت باربارا امرأة صغيرة ضئيلة البنيان، بالكاد تبلغ حمزة أقدام طولاً وبوزن أقل من 90 رطلاً. كان قد أصاب وجهها ويديها التجاعيد والخشونة من طول التعرض للريح والشمس.

كان ميناء كولد سبرينغ هذا عبارة عن منطقة نائية منعزلة شمال شرقى جزيرة لونغ، تميز بكثرة هبوب الريح فيها وبكتابها الرملية المتدحرجة وأعشابها الشاطئية التمايلية. منحنية بجسدها في حقل ذرة بمساحة نصف فدان متذبذبة بين تجمع مبانى المديرية والمياه الملاطمة لضيق جزيرة لونغ، زرعت باربارا حبوب الذرة بيدها جبة تلو الأخرى ضمن صفوف مرتبة بعناية.

كان عام 1950 هو سادس عام لباربارا وهي تزرع وتنمى وتدرس مورثات نباتات الذرة وهي تنتقل بين الجيل والأخر. عادة ما كانت تشعر بنفسها مزارعة أكثر من كونها باحثة وراثية.

الكيفية التي قضت بها باربارا أيامها كانت تعتمد على فصول السنة. ففي الصيف، كانت تقضي معظم وقتها في حقل الذرة وهي ترعى وتروى النباتات التي تستخرج لها مصوتها من البيانات لتلك السنة، فزيل الأعشاب الضارة والحيشرات والأمراض التي يمكن أن تفتت بتجاربها. أما في الخريف، فكانت تقصد كل سنبلة بيدها، فتصفحها، وتببدأ بتحليلها المختبرى لمعنى وتركيب كل مورثة على كروموسومات كل سنبلة منها على حدة. كان مختبرها مؤلفاً من ميكروسكوب قوي واحد، بعض الأطباق المختبرية الكيميائية، وأكdas من السجلات اليومية لتدوين ملاحظاتها. كان هذا العمل يستهلك ساعات الشتاء الطويلة لباربارا.

في الربيع، كانت باربارا تقسم وقها بين التحليل الرقمي لبيانات العام الفائت والتخطيط الميداني والتحضير للجيل التالي من نباتات الذرة.

افتقت باربارا بدقة الطفرات اللونية والأنمات والتغيرات الخاصلة عاماً بعد آخر واكتشفت بأن المورثات ليست ثابتة على امتداد الكروموسومات - كما اعتقاد الجميع، ولكن يامكانها الحركة، أو بالأحرى تتحرك فعلاً. بدت بعض المورثات وكأنها توجه المورثات الأخرى فتملي عليها مكان ذهابها وزمان عملها. كانت هذه الموجّهات الوراثية تحكم بحركة وعمل المورثات الأخرى التي انصاعت لها بالتفاف بين مكان وآخر ومن ثم إشغال - أو إيقاف اشتغال - ما يجاور مكانها الجديد من مورثات.

بدا الأمر وكأنه بدعة علمية. فقد ناقض كل كتاب ومرجع في علم الوراثة، كل بحث منشور عن الوراثة، وكذلك أفضل العقول وأكثر معدات البحث تطوراً على وجه الأرض. بنهاية موسم حصاد عام 1950م، كانت باربارا في حيرة من أمرها حيال نشر نتائجها. وأخيراً، قررت أن تنتظر بيانات عام آخر.

قدّمت مكلينتوك بحثها عام 1951م بالندوة الوطنية للبحث الوراثي. كانت الغرفة تتسع لاثني شخص، لم يحضر منهم سوى ثلاثة، بينما تلّكَ آخرُون بالجحِيءِ أثواب إلقانها للمحاضرة.

لم يُسأل أي سؤال، فالقلة التي بقيت في الغرفة لحين انتهائها رحلت ببساطة ودون أن تُسمِّي بنت شفَّة.

عادت باريبارا وهي تجر وراءها أذيال المؤس والإحباط لتجني حقلها لللندرة وتبدأ تتحللا، محصول السنة السابعة\*\*.

على أية حال، احتاج المجتمع العلمي 25 سنة أخرى ليفهم أهمية اكتشاف باربارا مكليستون.

**حقائق طريفة:** أصبحت باربارا مكلينتوك أول امرأة تُمنح جائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب دون مشاركة. لدى وفاتها عام 1992م، اقترحت إحدى صفحات نعيها بأنها يمكن أن تُعد بحق أعظم شخصية بيولوجية في القرن العشرين.

\*\* وصفت باريبارا مكيلينتو克 ردة فعل علماء الوراثة حينها بالـ «المريبك»، وهي «العدواني» ولكن «عندما تعرف أنك على حق، فإنك لا تهتم بما يفكر فيه الآخرون. إنك تعلم جيداً بأن يوماً لا بد آت، عاجلاً أم آجلاً، وبينجل، هذا الحق». - المترجم.

## الاندماج

### Fusion

سنة الاكتشاف 1951 م

ما هذا الاكتشاف؟ نقض الانشطار، الاندماج يتضمن اتحاد نواني ذرفين إلى ذرة واحدة أكبر حجماً، مع تحرير كميات هائلة من الطاقة  
من المكتشف؟ ليمان سترر Lyman Spitzer

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طاقة الاندماج هي قدرة الشمس، فهي مصدر قدرة لا ينضب يمكن صنعه من الهيدروجين والهيليوم - العنصرين الشائعين في القشرة الأرضية. يعتبر الاندماج نظيفاً وصديقاً للبيئة غير ملوث لها. تحدثت النظريات عنه خلال العقود الأول والثانية من القرن العشرين، ثم وصف رياضياً خلال عقدة الثالث. وأخيراً، اكتشف (ظهر مختبرياً) عام 1951 م، ل تستمر تقنية الاندماج في صنع القبلة الهيدروجينية بعد فترة وجيزة.

شهد الاندماج كل هذه التطورات خلال القرن العشرين إلا واحداً: لم يتم تحويله بعد إلى واقعه العملي الموعود، فلا زال يعمل بين جدران المختبر فقط. لكن لو أصبح بالإمكان تحويل هذا الاكتشاف إلى حقيقة عملية، فإنه سيقضي على مشاكل نقص الطاقة لآلاف من السنين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما اعتقد العلماء بأن الشمس تصدر الحرارة والضوء بحرق مادها المكونة لها بواسطة عملية احتراق اعتيادية. خلال القرن التاسع عشر، جادلت فئة قليلة من العلماء هذه الفكرة (أبرزهم البريطاني لورد كلفن) بقولها أن الشمس تصدر الحرارة من انكماسها التجاذبي الخاص بها - وبأن هذه العملية لن تدوم أكثر من ملايين قليلة من السنين.

سمحت معادلة آينشتاين الشهيرة ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ ) للعلماء بإدراك إمكانية تحويل كميات قليلة من المادة إلى كميات هائلة من الطاقة. في عام 1919 م، وصف الفلكي الأمريكي

هنري رسيل Henry Russell العمليات الفيزيائية والرياضية التي من شأنها أن تسمح للشمس بدمج ذرات الهيدروجين إلى ذرات الهيليوم وبالتالي تحويل كميات كبيرة من الطاقة خلال هذه العملية، التي عرفت باسم الاندماج. لم يمض سوى عام واحد فقط (1920م) ليتم إثبات صحة هذه النظرية الأخيرة حول طريقة عمل الشمس، وذلك من خلال القياسات الفلكية لفرانسيس آستون\*. Francis Aston.

تواجد الاندماج نظرياً، ولكن هل الاندماج شيء يمكن تطويره عملياً على الأرض؟ في عام 1939م، وصف الفيزيائي الألماني هانس بيته\*\* Hans Bethe - بالتفاصيل الرياضية - نظرية تفيد بكيفية صنع تفاعل اندماج على الأرض. لكن كانت هناك مشكلة، إذ أفادت معادلات بيته بأن ذرات الهيدروجين يجب أن تُسخن لدرجة تفوق مليون درجة سيليزية (180 مليون درجة فهرنهايت) وتُضغط إلى مجال صغير بحيث تصادم البروتونات في نوى الهيدروجين وتندمج إلى ذرات الهيليوم. لم يكن هناك من مادة أو قوة معروفة بإمكانها أن تحقق هكذا عمل خارق.

أسس الدكتور ليمان سبتر Dr. Lyman Spitzer مختبر فيزياء البلازما بجامعة برينستون الأمريكية عام 1948م، وسرعان ما أدرك بأن الطريقة الوحيدة لاحتواء تفاعل الاندماج هي باستعمال مجال مغناطيسي عالي الطاقة. فقام سبترر بإحاطة أنبوب (يشبه الكعكة المستديرة المقلية) بجوي غاز الهيدروجين بملف سلكي لإحداث مجال مغناطيسي يعمل على جذب ذرات الهيدروجين بينما كانت أجهزة الليزر تقوم على تسخينها لملايين الدرجات.

مرة أخرى، كانت هناك مشكلة. عندما قام سبترر بلف آلاف اللفات نحو الأسفل من خلال وسط الأنابيب، ثم نحو الأعلى على امتداد سطحه الخارجي، حدث طبيعياً أن تجمعت الأسلامك بكثافة أكثر داخل الأنابيب عن خارجه، مما أدى إلى توليد مجال مغناطيسي

\* فرانسيس آستون (1877-1945م): كيميائي وفيزيائي بريطاني، اخترع جهاز المطياف الكتلي mass spectrograph المستخدم في قياس الكتلة الذرية النسبية والتواجد النسبي للنظائر وكذلك لأغراض التحليل الكيميائي ودراسة التفاعلات الأيونية. نال جائزة نوبل في الكيمياء عام 1922م - المترجم.

\*\* هانس بيته (1906-2005م): فيزيائي ألماني - أمريكي حاز على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1967م عن نظريته في التشكيل النووي النجمي stellar nucleosynthesis. عمل على تطوير أولى القابل الذرية، كما لعب دوراً بارزاً في تطوير القنبلة الهيدروجينية - رغم أنه انضم إلى المشروع أولاً إيماناً بستحالة صنعها بالأساس. وصف بأنه «أبرز حلّ للمسائل في القرن العشرين» - المترجم.

أقوى على السطح الداخلي (مركز) الأنابيب قياساً بالمولد على الخارج، واندفعت ذرات الهيدروجين خارج الأنابيب بسرعة قريبة من سرعة الضوء. لم يعمل مولد الاندماج هذا عمله.

بعدها اكتشف سبتر علاجاً مدهشاً، إذ لوى الأنابيب الحاوي على ذرات الهيدروجين من شكله الشبيه بالكعكة المستديرة إلى شكل شبيه بالرقم 8. فلما تسارع الهيدروجين خلال هذا الأنابيب الملوى، فإنه قضى جزءاً من كل دورة بالقرب من السطح الداخلي للشكل 8 وجزءاً قرب السطح الخارجي، وبالتالي بقي دون أن يسحب خارجاً بتأثير الاختلافات في المجال المغناطيسي.

في عام 1951م، أنهى سبتر العمل على مولد الاندماج بلا زما الهيدروجين الأول هذا، وأسماه *stellarator* «الستيلاراتور أو مفاعل الاندماج النجمي» -إشارة إلى شكله الشبيه بالنجمة. كان أول تشغيل للستيلاراتور لمدة جزء صغير من الثانية طالما أن صاحبه لم يكن متأكداً بعد من أن بلا زما الهيدروجين الفائقة الحرارة لن تحول إلى قبلة هيدروجينية.

لنصف ثانية مجيدة واحدة، توهجت كتلة الغاز توهج نجوم السوبرنوفا العملاقة عند تفجرها، كأنما شمس متوجحة ساطعة وهي تحترق بدرجة 70 مليون فهرنهايت (38888871 درجة سيلزية). بحرارة وبريق يفوقان الخيال، أخذ الغاز هيئه حوض من بلا زما الهيدروجين قطره قدمان يستشيط غلياناً بقوة انفجارية، ثم بدأ يخفت ليأخذ لوناً أرجوانياً باهتاً. وأخيراً، بعد ثانيةين من بدء إشعاله، تحول إلى الأسود من جديد.

لللحظة واحدة، حضر ليمان سبتر نجماً جديداً - تقريباً. الأهم من هذا، اكتشف أن الاندماج ممكن على سطح الأرض.

حقائق طريفة: كمصدر طاقي بديل، للاندماج فوائد كثيرة، بما فيها: توافر عالمي طويل المدى من الوقود الرخيص، عدم التسبب بتكون أمطار حامضية أو إنبعاثات الغازات الدفيئة، انعدام احتمال حدوث تفاعل متسلسل سريع الانطلاق، نواتج عَرَضية لا يمكن استعمالها لصنع الأسلحة، ومشاكل أقل بالنسبة للتخلص من المخلفات.



# أصول الحياة

## Origins of Life

سنة الاكتشاف 1952م

ما هذا الاكتشاف؟ أول إعادة مختبرية للعملية الأصلية التي تولدت بها الحياة على الأرض

من المكتشف Stanley Miller ميلر

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطالما كان أحد أعظم الألغاز في الوجود: كيف تكونت الحياة للمرة الأولى على هذا الكون؟ وكثُرت النظريات. لقد تم العثور على بكتيريا لا توجد على الأرض بشكل طبيعي في نيازك وجدت بالقاربة القطبية الجنوبيّة. فالحياة هنا ربما أتت من كوكب آخر!

على مدى أكثر من مائة سنة، كانت النظرية العلمية الأكثر شعبية هي القائلة بأن الحياة (جزيئات DNA) قد تطورت أولاً من الأحاسِن الأمينية التي تولدت بطريقة ما في الخليط الكيميائي الحسائي للبحار الأولى. لقد كانت مجرد نظرية – وإن حظيت بقاعدة شعبية واسعة – حتى جاء ستانلي ميلر ليعيد توليد ظروف المحيطات المبكرة في مختبره، ويظهر بأن الأحاسِن الأمينية أمكنها فعلاً التكون من هذا الحساء الكيميائي. لقد كان هذا أول برهان مختبري وأول اكتشاف علمي يدعم النظرية القائلة بأن الحياة على الأرض قد تطورت من المركبات الغير العضوية في المحيطات، فأصبحت حجر أساس في هيكل العلوم الحياتية منذ ذلك الحين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1950م، كان العلماء قد استعملوا طرقاً مختلفة ليحددوا أن الأرض بعمر 4,6 بليون سنة. على أية حال، لم تتعد أقدم تسجيلات المتحجرات حتى للخلايا البكتيرية الصغيرة عمر 3,5 بليون سنة. هذا يعني أن الأرض ظلت تدور في الفضاء لأكثر من بليون سنة على هيئة كوكب لا حياة فيه، قبل أن تظهر عليها الحياة فجأة لعم جميع أصقاع المعمورة.

كيف، إذن، بدأت الحياة؟ اتفقت الأغلبية من العلماء على أن الحياة قد انبثقت من مواد كيميائية غير عضوية. رغم أن هذه النظرية قد بدت معقولة في نظرهم، إلا أن أحداً لم يكن متأكداً من حدوثها على أرض الواقع.

خلال أواخر الأربعينيات من القرن المنصرم، انضم الكيميائي هارولد يوري<sup>\*</sup> Harold Urey من جامعة شيكاغو إلى فريق من علماء الفلك والكون ليحددو ما بدت عليه البيئة المبكرة لكوكب الأرض. توصل هؤلاء إلى أن الجو الأولى للأرض كان يشابه باقي الكون - 90% هيدروجين، 9% هيليوم، مع نسبة 1% الأخيرة للأوكسجين والكاربون والنيدروجين والنيون والكربون والسيلكون والحديد والأرغون. من هذه المواد جيّعاً، لا يتفاعل الهيليوم والأرغون والنيون مع العناصر الأخرى لتكون مركبات كيميائية.

حدد يوري عبر التجارب التي أجراها أن العناصر المتبقية (في تركيزهم الاحتمالي للغلاف الجوي المبكر للأرض) قد اندمجت لتكون الماء والميثان والأمونيا وكربونات الهيدروجين.

فمنوجه دفة الحديث إلى ستانلي ميلر Stanley Miller. ففي عام 1952م، قرر هذا الكيميائي البالغ من العمر اثنين وثلاثين عاماً أن يضع هذه النظرية السائدة تحت الاختبار ليرى فيما لو أمكن للحياة أن تتنشأ من خليط يوري للمركبات الكيميائية. قام ميلر بتعقيم شبكات طويلة من الأنابيب الزجاجية والدواрок والأكواب المختبرية، فبني ما يشبه مجموعة متعددة من الأعمدة في مختبره وألزم بها الدواрок والأكواب المختبرية وأنابيب التوصيل الزجاجية هذه. ملاً أحد الأكواب الكبيرة بالماء المعقم، والدواрок الأخرى بثلاث غازات عيّتها يوري ضمن الغلاف الجوي المبكر للأرض - الميثان والأمونيا وكربونات الهيدروجين.

قام ميلر بغلق كوب الماء ببطء بحيث يسمح لبخار الماء بالتصاعد إلى «جوه» المغلق لدهليز من الأنابيب الزجاجية والأكواب المختبرية. هناك، اختلطت مع الغازات الثلاثة الأخرى بشكل دوامات من السحب في كوب مخبري معنون بعبارة «الغلاف الجوي».

ادرك ميلر أنه يحتاج مصدراً للطاقة لإطلاق معداته الكيميائية هذه. حدد العلماء الآخرون أن الجو المبكر للأرض تحتوى بروقاً مرعدة وعواصف متوجهة بشكل مستمر تقريباً. قرر ميلر أن يصنع برقاً اصطناعياً في غلافه الجوي، فربط بطارية إلى إلكترونودين

\* هارولد يوري (1893-1981م): فيزيائي وكمياني أمريكي أشتهر باكتشافه للديتريوم (الهيدروجين الثقيل) عام 1932م، فnal عليه جائزة نوبل في الكيمياء عام 1934م - المترجم.

وشن صعقات برقية خلال حجرة «الغلاف الجوي». كان هنالك أنبوب زجاجي يخرج من هذه الحجرة مارأً بملف للتبريد. هناك، تكشف بخار الماء من جديد وتقاطر في كوب للتجمیع مربوط إلى الكوب الأصلي للماء.

بعد أسبوع من التشغيل المستمر لجود المغلق الدورة، حلل ميلر بقايا المركبات التي استقرت في كوكب التجمیع لظامه. فوجد بأن 15% من الكاربون في نظامه قد تحول الآن إلى مركبات عضوية، و 2% قد شکل أحاضاً أمینیة حقيقة (المكونات الرئيسية لتركيب البروتينات). تعجب جميع العلماء فعلاً من السهولة التي حضر بها ميلر الأحاض الأمینیة—المكونات الأساسية للحياة العضوية وفي غضون أسبوع واحد فقط!

في عام 1953م، اكتشف تركيب جزيئة DNA أخيراً. فكانت تركيبتها تتطابق جيداً مع الطريقة الأكثر احتمالاً لاتحاد جزيئات الأحاض الأمینیة لإنتاج سلاسل أطول من الحياة. كانت ذلك دليلاً آخر داعماً للفكرة التي اكتشفها ستانلي ميلر حول طريقة بدء الحياة على الأرض.

حقائق طريفة: هنالك 20 نوعاً من الأحاض الأمینیة. ثانية منها هي «الأحاض الأمینیة الأساسية essential amino acids» التي لا يقدر جسم الإنسان على صنعها، وبالتالي يجب الحصول عليها من الطعام.



## الحمض النووي DNA

سنة الاكتشاف 1953م

ما هذا الاكتشاف؟ تركيب وشكل الجزيئة التي تحمل المعلومات الوراثية لكل كائن حي  
من المكتشف؟ فرانسيس كريك Francis Crick و جيمس واتسون James Watson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

صنع الباحثين البريطانيين فرانسيس كريك وزميله الأمريكي جيمس واتسون أول نموذج دقيق للتركيب الجزيئي للحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين، أو DNA، الذي يعتبر الشفرة الرئيسية لبناء وعمل جميع الكائنات الحية. عُدَّ هذا الاكتشاف من قبل الكثيرين بأنه «اكتشاف الأكْثر أهمية للقرن».

أتاح اكتشاف تركيب جزيئة DNA لعلماء الطب فهم وتطوير علاجات للعديد من الأمراض المميتة، مما أدى إلى إنقاذ حياة ملايين من البشر. الآن، دخل علم DNA أروقة المحاكم على نطاق واسع، كما قاد هذا الاكتشاف لفك الجينوم البشري ولوعد باكتشاف علاجات لآفات خطيرة وعاهات خلقية مختلفة أخرى.

لقد أعادت اكتشافات كريك المتعلقة بتركيب ووظيفة DNA صياغة دراسة علم الوراثة، فأولدت حقل الأحياء الجزيئية، وأعطت اتجاهًا جديداً لحشد من المساعي والجهود في ميادين الطب المختلفة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بدت الغرفة وكأنها احتضنت توأً احتفالاً للصغرى فهاجرت وماجت بهم وبقطع العابهم المنشائة، أو كأنها غرفة ألعاب في مدرسة ابتدائية لأولاد مفعمين بالشاط. فيها هو السقف وقد تدللت منه منحوتات متحركة\* من الأسلام المتشابكة، خرزات ملونة، شرائط من

\* التَّحْتُ المُتَحَركُ mobile نوع من أعمال النحت نشأ في أوائل القرن العشرين، يتميّز عن الأسواع الأخرى بأنه يحقق تعبيره أو مغزاه عن طريق الحركة، بينما تتحقق أعمال النحت التقليدية تعبيرها بترتيبها

صفائح معدنية، قصاصات من ورق المقوى، مسامير وكرات خشبية - في إراء للناظر وكأنه في مغارة أسطورية بأعمدتها الكلسية الهاابطة. أما أرضية الغرفة والمناضد فكانت تعج بمعادات البناء، المقصات، قطع القصدير، صفحات تحوي معادلات معقدة، أكdas من التقارير والبحوث العلمية، وألواح فوتوغرافية بصور بلورية سينية مشوша.

الرمان.. عام 1953م، والمكان.. المكتب الموجود بالطابق الثاني في بناء عمرها ثلاثة عشر عام ضمن حرم جامعة كامبردج، تقاسمه كل من فرانسيس كريك Francis Crick وجيمس واطسون James Watson.

لم تكن المنحوتات المتحركة مجرد العاب لا طائل منها لطالبي يتمتعان بوقت وافر للعب والمرح، بل كانت تمثل لجهود مضمون ودؤوب منها في سبيل الظفر بالسباق العالمي حل لب الحياة وصميمه، وذلك من خلال فك طلاسم شكل جزيئة الـDNA.

بحلول عام 1950، كان البيوكيميائيون قد استنتجوا أن نواة الخلية كانت الحاملة للمعلومات الوراثية. كان أساس اللغز يكمن في كيفية استنساخ جزيئة الـDNA الضخمة لذاها بحيث تستطيع أن تمرر هذه المعلومات إلى خلية جديدة، كائن جديد، وبالتالي جيل جديد. من أجل الإجابة على هذا السؤال، كان على أحد ما أن يعيَّن أولاً الشكل الذي بدت عليه جزيئة الـDNA العملاقة هذه.

في كامبردج، انضم كريك إلى البيولوجي الأمريكي جيمس واطسون على اتفاق التضافر بجهودهما لبناء نموذج لجزيء الـDNA، في حين اتبع كل منهما دراسته المفصلة وأطروحة بحثه الخاصة به.

بحلول عام 1951م، بدأت مقاطع ومقداير صغيرة من المعلومات تزغ شيئاً فشيئاً حول الـDNA في مناطق متعددة من العالم. فقد اكتشف إيرفين تشاراغاف \*\* Erwin

---

لالأشكال الصامتة الثابتة. يعتبر النحات الأمريكي ألكسندر كالدير Alexander Calder أول من أبدع أعمالاً فنية متحركة حقيقة. وترتبط هذه الكلمة عموماً ب نوع الفن المتحرك غير المدار آلياً، والذي بدأ كالدير في صنعه عام 1934م، مستخدماً الأسلام وأشكال الصفيح المدهونة - المترجم.

\*\* إيرفين تشاراغاف (1905-2002م): بيوكيميائي نمساوي - أمريكي، ساهم في بلورة فكرة التركيب الجزيئي المزدوج للـDNA. بعمر الثلاثين، كان قد نشر ثلاثة تقريراً علمياً، كما كتب 15 كتاباً و450 تقريراً منشوراً بكلفة الملايين. اشتهر عنه قوله: «إن تقنية الهندسة الوراثية تشكل مهدداً للعالم أكبر من التقنية النووية. أعني ألا تكون مواطناً في هذا الذنب» - المترجم.

Chargaff أن هناك نسبة محددة من التسلسلات النيوكليوتيدية في قواعد DNA، مما يرجح تواجد علاقة مزدوجة بينها. أما أوزوالد أفيри \*\*\* Oswald Avery، فأجرى تجربة على DNA البكتيريا مظهراً بأنه الحامل للمعلومات الوراثية في الخلية. ومن جانبه بنى لينوس باولينغ\*\*\*\* Linus Pauling لفكرة عامة تفيد بشكل ألفا حلزوني لبعض السلاسل من البروتينات. حاول كريك وواطسون أن يجمعوا هذه الدلائل المنفصلة ضمن تركيبة بنائية واحدة. مستعملين قطعاً صغيرة من السلك، خرزات ملونة، صفائح معدنية، وقصاصات من ورق المقوى، علق كريك وواطسون خاذج حلزوني محتملة على مكتبهما المشترك. كان ظنهما صائباً بتشكل سلسلة رابطة من السكر والفسفات للعمود الفقري حلزون DNA، كما ربما المزدوجات القاعدية من الببتيدات بطريقة صحيحة. مع ذلك، لم يتطرق المذووج مع ما كان متاحاً من البيانات الدقيقة.

شهدت جامعة كامبردج محاولات أخرى، منفصلة عن محاولات كريك وواطسون، قامت بها روزاليند فرانكلين Rosalind Franklin مستعملة تقنية التصوير البلوري السيني لخلق صور ثنائية الأبعاد لجزئية DNA. في منتصف كانون الثاني (يناير) من عام 1953م، أعادت روزاليند تصميم كاميرات الأشعة السينية التي استعملتها، فأظهرت الأفلام السينية الناتجة عن هذه الكاميرات الصورة المعروفة الآن على هيئة حرف X، التي اقترحت شكلاً حلزونياً لجزئية DNA.

بعدما جاءته البلاغات السورية عن المعلومات الجديدة بحوزة فرانكلين، تعمّد كريك سرقة إحدى الصور السينية التي تظهر الشكل X من روزاليند. أخيراً وضعت هذه المعلومة المسروقة كلاماً من كريك وواطسون على طليعة السباق لحل مسألة تركيب DNA.

---

\*\*\* أوزوالد أفيри (1877-1955م): عالم أمريكي كندي المولد، يعد من أوائل المايكلرو بولوجين ورائد من رواد علم الكيمياء المناعية. وصف بأنه أكثر شخص استحق جائزة نوبل ولم ينالها- المترجم.

\*\*\*\* لينوس باولينغ (1901-1994م): عالم وكاتب وناشط سلمي أمريكي، يعتبر واحداً من أكثر العلماء تأثيراً في تاريخ الكيمياء، وثاني الذين ينال جائزة نوبل في حقلين مختلفين (بعد ماري كوري). نال أول جائزة نوبل له في الكيمياء عام 1954م على شرف "بحثه في طبيعة الأوصاف الكيميائية وتطبيقاتها وكذلك في توضيح تركيب المواد المعقّدة"، أما الثانية فكانت في السلام عام 1963م «لوقفه ضدّ تجارب صنع واستخدام الأسلحة النووية ودوره في حل التزاعات الدوليّة» إبان الحرب العالمية الثانية- المترجم.

فيحلول منتصف شهر شباط (فبراير) من ذلك العام، كان قد صنعا أول نموذج بنائي كامل لجزيئة الـDNA، مستخدمين الشكل الخلزوني المزدوج المعروفاليوم، على هيئة سلسلتين لوليتين ملفوفتين على بعض \*\*\*\*.

حقائق طريفة: لو قوّمت كل شريط من الـDNA من كل خلية في جسمك وربطت همايتيهما ببعض، فإنك ستحصل على ما يقارب 9 ملايين كم من الـDNA. وهو ما يكفي للانتقال إلى القمر 13 مرة ذهابا وإيابا!



---

\*\*\*\*\* حاز كرييك و واطسون على جائزة نوبل في الطب أو الفسيولوجيا عام 1962م، بينما حرمت فرانكيلن من هذا الحق نظراً لوفاتها بعمر مبكر عام 1958م متأثرة بمضاعفات سرطان المبيض - الترجم.

## انتشار قاع البحار

### Seafloor Spreading

سنة الاكتشاف 1957 م

ما هذا الاكتشاف؟ تتحرك قيعان الحيطات ببطء، منتشرة من تصدعات وسطية، فتحمل القارات على ظهورها في هذه الأثناء  
من المكتشف؟ هاري هيس Harry Hess

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نحن ندرك الآن بأن قارات الأرض تتحرك. فقد انجرفت عبر سطح الأرض على ممر مئات الملايين من السنين. ربما اطلعت على صور توضح شكل الأرض قبل 500 مليون سنة خلت، ولكن قبل 60 سنة فقط، لم يصدق أحد بإمكانية تحريك القارات الضخمة، ولم يستسيغوا وجود أية قوة من الكبر بحيث تحرك قارات شاسعة تزن تريليونات الأطنان.

جاء هاري هيس بعدها ليكتشف نظرية انتشار قاع الحيط. لم يجعل هذا الاكتشاف من حركة القارات أمراً جديراً بالتصديق فقط، ولكن فجأة جعل من فكرة القارات المترفرفة حقيقة وبرهاناً أساسياً لإثبات ما سبقها من نظريات في هذا السياق جاء بها العالم فينسر. أطلق عمل هيس دراسة تحركات الطبقات الجيولوجية وخلق فهماً جديداً لتاريخ وmekanikيات القشرة الأرضية، كما واستهل دراسة جادة لحركة قارات الأرض في الماضي.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

وأقفَّ على منصة الريان للسفينة العملاقة الحافرة للمحيطات العميقة في منطقة وسط الأطلسي عام 1957م، راقب قائد البحرية هاري هيس Harry Hess أحد مشغلي الرافعة وهو يناور مقاطع أنابيب الحفر بمهارة من على هيكل رافعة الحفر الموضوع عالياً فوق ظهر السفينة. لقد كانت تلك المرة الأولى التي تستطيع فيها سفينة أن تخرّف وتجمع ثاذج من صميم قاع الحيط بعمق 13000 قدمًا. كان هيس من صمم وأدار العملية، فلا غرو إذن أن أحس بالفخر والسعادة. لكن أظهر الاختبار تلو الآخر أن قاع الحيط تحتهم أقل عمراً من 50 مليون سنة - منافيًّا كل نظرية وضعها وطورها هاري هيس حول قاع الحيط.

بروفيسوراً جيولوجيًّا قبل الانضمام للبحرية، كان هاري هيس قد منح قيادة سفينة النقل العسكري الأمريكي كيب جونسون U. S. S Cape Johnson العاملة في المحيط الهادئ عام 1945م. استخدم هيس نظم سونار البحرية ليعمل أول مسوح صدى صوتية نظامية لقاع المحيط الهادئ وعلى مدى عامين وهو يقطع المحيط جيئةً وذهاباً أثناه مهامه البحرية. اكتشف ما يزيد عن مائة من المرتفعات المسطحة القمة المغمورة في الماء على عمق 6000-3000 قدم بين جزر هواي وماريانا. وصف هيس هذه المرتفعات بـ«الجزر القديمة الغارقة» وأسمها الغويو (تكريراً لأرنولد غويو Arnold Guyot، بروفيسور الجيولوجيا ببرينستون).

افتراض هيس بأن الغويو كانت في الأصل جزراً تعود إلى 800 مليون سنة مضت، أي في فترة سبعة ظهور المرجان. وكان برهانه في هذا يستند، جزئياً، على افتراضه بأن التربات المستمرة للرواسب على قاع البحر أدت إلى ارتفاع مستوىه.

عندما تم العثور عام 1956م على متحجرات عمرها 100 مليون سنة فقط في الغويو، غير هيس من نظرته ليقول هذه المرة بأن الغويو كانت بالأصل براكين تعرّت بفعل التأثير الموجي لتصبح مسطحة القمة. تخلى هيس عن هذه النظرية أيضاً عندما بينت حسابات سرعة التعرية بأن من غير الممكن أن تكون الغويو قد تعرّت بما يكفي لتصل عمقها الحالي.

بعد ذلك وفي العام 1957م، أظهرت نماذج من لب المحيط بأن قاع المحيط الأطلسي يصغر القارات عمراً وبأن سرعة الترسيب المحيطي أبطأً مما سبق اعتقاده. كان على هيس أن يبحث عن نظرية أخرى من جديد.

حسن الحظ، سمح له مسحه عام 1957م بجمع نماذج من لب الأطلسي لأكثر من عشرين موضعًا. أظهرت هذه الفحوصات بأن قاع المحيط قد ازداد تدريجياً بالعمر كلما تحرك بعيداً عن العرف الموجود وسط الأطلسي Mid-Atlantic ridge نحو أي من القارتين.

لم يكن قاع المحيط ثابتاً والساكن كما ظن الجميع، بل لا بد أنه كان ينتشر ويتحرك وكأنه على حزام ناقل عملاق، سائراً ببطء السنة تلو الأخرى بعيداً عن العرف وسط المحيط. برر هيس نظرته الجديدة بصعود الصهارة (الصخور المنصهرة) من وشاح الأرض عالياً خلال التصدعات المحيطية ولينتشر جانبياً عبر قاع المحيط. عندما بردت هذه

الصهارة، فإنما شَكَّلت قشرة محيطية جديدة. قدر هيس بأن القشرة المحيطية تنتشر خارجاً على امتداد العرف الذي يتوسط المحيط بقدار إنش أو اثنين كل سنة.

اشتهر اكتشاف هيس بمصطلح انتشار قاع المحيط وكان الشرارة لاندلاع ثورة دراسة تحركات الطبقات الجيولوجية التي شهدتها أواخر السبعينيات وأوائل السبعينيات من القرن المصرم.

حقائق طريفة، يتخلص المحيط الهادئ ببطء في الوقت الذي تزول فيه الأمريكيةتان غرباً. قبل مائتي مليون سنة، لم يكن المحيط الأطلسي متواجداً، فكانت أمريكا الجنوبية وإفريقيا ملتحمتين - كما هو الحال بالنسبة لأمريكا الشمالية وأوروبا. لا زال الأطلسي ينتشر ويكبر، كما هو البحر الأحمر كذلك - وبعد 150 مليون سنة، سيكون هذا البحر النحيف بعرض المحيط الأطلسي حالياً!



## طبيعة الجو

### The Nature of the Atmosphere

سنة الاكتشاف 1960م

ما هذا الاكتشاف؟ يعد الجو فوضوياً (مشوشًا) ولا يمكن التنبؤ به

من المكتشف؟ إد لوريتز Ed Lorenz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كشف إد لوريتز الغطاء عن نظام غير خطى معقد متداخل الاعتماد من المعادلات التي تصف الحركة الحقيقية للجو. فقد أظهر بأن النماذج الجوية تعتمد على الظروف الأولية والحديدة (البيانات الابتدائية التي يُمد بها النظام) بحيث تؤدي حتى التغيرات المتاهية الصغر ظاهرياً إلى تغيرات كبيرة في النظام. بعبارة آخر، عندما ترتف فراشاً بجانبها فوق بكين فإن النماذج قد تبدأ بوضوح بأنها ستغير الجو في نيويورك، مع أن الجميع يسلم بعدم إمكانية حدوث هذا.

لم يكتشف لوريتز كيف يمكن وضع تنبؤات طويلة المدى، ولكن القوى التي تجعل من هذه التنبؤات غير ممكنة. بعدها اكتشف نظرية الفوضى - دراسة النظم الفوضوية والغير المتزقة. يكتشف العلماء الآن أن العديد من النظم الطبيعية والحيوية والبيئية يمكن فهمها على النحو الأفضل بالاستناد على نظرية الفوضى قياساً بالأسكال التقليدية للتحليل.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

امتلاك جهاز للكومبيوتر كان شيئاً من الجدة والغرابة في عام 1958م ما يكفي لأن يكون مصدر جذب وإغراء للعديد من أعضاء إدارة معهد ماساشوستس للتكنولوجيا وطلابه، من قاموا برحلات وزيارات إلى مكتب إد لوريتز Ed Lorenz مجرد رؤية عمل هذا الشيء. لكن ما لبثت الإثارة بامتلاك هذا السبق العلمي أن تحولت إلى يأس مرير بالنسبة لصاحبها.

وضع لوريتز مجموعة من المعادلات للعمل كنموذج رياضي لحركة وسلوك العصف الجوي. لاحظ أن تغيرات طفيفة في الظروف البدئية للنموذج سرعان ما أدت إلى تغيرات

ضخمة في الخصلة. كانت الاختلافات الطفيفة البدائة تتضخم دائمًا على مر الزمن، بدلًا من التضاؤل أو الاستقرار عند حد طبيعي معين.

لو كان الجو الحقيقي يتصرف على غرار نماذج لوريتز، فإنه قد أثبت تواً استحالة التنبؤ الطويل المدى للطقس طالما أن الظروف البدائة غير معروفة أبدًا بالدقة الكافية للحيولة دون وقوع خطأ فوضوي مضخم. إنه لشعور مقلق وخانق أن تاجر بإثارة الغموض على أداة بحثية جديدة مقابل يأس إثبات أن ميدان عملك كان معايًّا ومحلاً من أساسه.

عندما دخل إد كليه دارتاووث عام 1934م، كان قد عقد عزمه على أن يصبح رياضياً منذ فترة طويلة. فتخرج حاملاً شهادة البكالوريوس في الرياضيات عام 1938م ودخل جامعة هارفارد لتكملة دراسته. مع اندلاع الحرب العالمية الثانية، انضم لوريتز إلى السلك العسكري الجوي الذي عينه لحضور دروس الأرصاد الجوية العسكرية بمتحف ماساشوسيتس للتكنولوجيا.

تعلم لورنر هناك أن يعتبر الطقس مجموعة مُؤلفة من الكثافة، الضغط، الحرارة، سرع الرياح الثلاثية الأبعاد، إضافة إلى المحتوى الغازي والسائل والصلب للغلاف الجوي. المعادلات التي تصف هذه المجموعة من التغيرات تحدد الظروف الراهنة للطقس، أما نسب التغير في هذه المعادلات فتحدد الأنماط المتغيرة للطقس.

ما لم يتعلمه لوريتز، واكتشفه بعد ذلك بفترة طويلة، أن لا أحد عرف كيف يستخدم معادلات الأرصاد الجوية الغير الخطية والمديناميكية هذه ليتبناها بالطقس بشكل واقعي، وأجمعـتـ الغـالـيـةـ أنـ ذـلـكـ غـيرـ مـكـنـ التـحـقـيقـ. لقد كانت المعادلات معقدة جدًا وتطلبت الكثير من البيانات الأولية والخدية.

حاول لوريتز تطبيق المعادلات الديناميكية للتنبؤ بحركة العواصف. نظرًا لأن الكومبيوترات لم تكن متوفرة بكثرة في بدايات الخمسينيات من القرن العشرين، فإن معظم عمله كان مُنجزاً على السبورات وبمساطر الحساب والورق وقلم الرصاص. كان كل حساب يستهلك الكثير من الوقت وملأً للغاية، فلم يتمكن لوريتز من الوصول إلى أية نتائج معقوله خلال حسابه اليدوي لهذه المعادلات.

في عام 1958م، حصل لوريتز على كومبيوتر روبل-مكبي إل جي بي - 30 (بحجم منضدة كبيرة تقريبًا) لتطوير مجاميـعـهـ منـ المعـادـلـاتـ الـدـيـنـامـيـكـيـةـ الغـيرـ خـطـيـةـ النـمـوذـجـيـةـ.

أظهرت نتائج هذه التشبيهات الكومبيوترية بأن اختلافات أولية صغيرة كانت تتضخم بمرور الزمن، عوضاً عن الرجوع للوضع الاعتيادي بالتدرج. لو كان النموذج صائباً، فالطقس إذن فرضوي بطبعه ولا يمكن التنبؤ به.

بعض سنوات من الاختبار أقنعت لوريتز وآخرين من قسمه بصوابه وصحة نموذجه. فالطقس كان فرضياً بدلاً من أين يكون نظاماً ممكناً التنبؤ به (نظام التفاعلات بين المواد الكيميائية الغير العضوية، أو السحب التجاذبي). أصبح الدافع لاستعمال أداة جديدة لتكميل مشروع قديم واحداً من أعمق الاكتشافات التي شهدتها علم الأرصاد الجوية. سيظل لوريتز معروفاً بأنه الشخص الذي اكتشف الجو على طبيعته الحقيقية واكتشف وبالتالي حدود الدقة للتنبؤ بالطقس.

حقائق طريفة، لعب الممثل جيف غولدمبلوم Jeff Goldblum دور إيان مالكوم Ian Malcolm في أفلام **الـJurassic Parks** أو «الخدائق الجوراسية». مالكوم هو رياضي متخصص بدراسة نظرية الفوضى ويطلق على نفسه «المتخصص بالفوضوية». إثبات صحة نظريات الفوضى يعتبر من الأفكار الرئيسية التي تبنيها هذه الأفلام\*.



\* لقد اقحم مفهوم الفوضوية الكثير من تفاصيل العلم والحياة المختلفة. وبعد أن آمن العلماء بمحتملة العلم (إمكانية التنبؤ الدقيق بظاهرة ما اعتماداً على دراسة دقيقة لبياناتها الأولية)، جاءت دراسات لوريتز لتؤكد بأن هذه النظم الختامية تتأثر كثيراً بالعوامل الابادنة بحيث يصبح التنبؤ بنتائجها البعيدة المدى ضريراً من المستحيل. فهكذا حالة من «الفوضوية» يمكن أن تعرف على أنها «سلوك عشوائي ظاهرياً ضمن نظام حتمي ما ينشأ نتيجة حساسية مفرطة بالظروف الابادنة»، ويمثل لها تقليدياً بـ«تأثير الفراشة» - أي عندما تخفق فراشة بجناحيها في بكين، فإنها يمكن أن تسبب (أو تُقنع حدوث) إعصار في نيويورك بعد فترة!

يمكن أن نفسر هذه الظاهرة بضرب المثال التالي: فلنفترض رجلاً يدعى «أحمد» يعمل طبيباً في مستشفى البلدة، وقد اعتاد على الذهاب يومياً إلى مكان عمله كل صباح بعد تناول الفطور عند الثامنة صباحاً، فيقي هناك لحين الثانية بعد منتصف النهار. وفي أحد الأيام، خرج الدكتور أحمد عن روتينه اليومي وأغتنم فرصة أثناء ساعات عمله لتناول شيء ما في مطعم قريب بالبلدة. وبينما كان يقود سيارته مسرعاً تحت وطأة الجوع الذي اعتصر أحشائه، فإنه غفل عن إشارة مرورية هراء، فعرض حادث مريع. رغم أن د. أحمد نجا من الحادث، إلا أن السائق الآخر راح ضحيته، تاركاً وراءه طفلًا صغيراً وأرملة شابة لا تزال في مقتبل العمر. الآن، بينما كان د. أحمد جالساً يراجع مسلسل ذاك اليوم المسؤول، تذكر فطاعة الجوع الذي ألم به في عمله فأدى به للخروج طلباً لتناول الطعام. ولكن ما كان

## الكوارك

### Quarks

سنة الاكتشاف 1962

ما هذا الاكتشاف؟ الجسيمات الدون ذرية التي تؤلف البروتونات والبيوترونات  
من المكتشف؟ موري غيل - مان Murry Gell-Mann

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف العلماء ألياف النبات أولاً، ثم الخلايا المنفردة. بعدها تصور العلماء وفهموا الذرات والجزيئات. في مطلع القرن العشرين، اكتشف العلماء الالكترونات ومن ثم وجود البروتونات والبيوترونات. في كل حالة من هذه الحالات، اعتقاد العلماء أهتم أخيراً اكتشفوا الجسيم الأصغر في الإمكان للمادة. وفي كل مرة ثبت خطأ هذا الاعتقاد.

قاد اكتشاف الكوارك (الجسيمات الأساسية التي تؤلف البروتونات والبيوترونات) عام 1962م العلم إلى عالم كمّي غريب وشاذ داخل البروتونات والبيوترونات، عالم من كتلة لا كتلة لها وحيث الكتلة والطاقة تبادلان بشكل حر. لقد خطأ هذا الاكتشاف بالعلم خطوة جبارة نحو إجابة أحد أكثر الأسئلة أساسية على الإطلاق: ما الذي تتكون منه المادة حقاً؟ عند كل مستوى جديد يزداد الجواب ويزداد العالم غرابة وعجبًا.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بعد انسدال الستار على القرن التاسع عشر، صفت ماري كوري الباب المؤدي لعالم

وراء هذا الجوع المفاجئ؟ رجع قليلاً بذاكرته إلى الوراء، فتذكر أنه لم يفطر ذلك الصباح - على غير عادته - بعد أن استيقظ متأخراً من النوم، ثم تذكر أن سبب تأخره في الاستيقاظ كان نومه الشائع بعد أن شعر بعضة بعوض مفاجئة أيقظته من نومه، فبقى مستيقظاً ولم يستسلم للرقاد إلا مع تasher الصباح الأولى!

هكذا، عضة بعوض صغيرة تسحب بوفاة شاب وتحطم طفل وترمل امراة! قد تكون هذه القصة من وحسي الخيال، ولكن تفاصيلها ممكنة الحدوث جداً، بل يمكن أن توحى لنا بوقائع مشاهدة عايشناها أو سمعنا بها في حياتنا اليومية! - المترجم.

الذرة، فأثبتت بأنها ليست أصغر جسيم ممكن للمادة. لم تنقض فترة طويلة حتى اكتشف العلماء جسيمين دون ذررين آخرين: الإلكترونات والبروتونات. وفي عام 1932م اكتشف جيمس تشادويك البيترون. مرة أخرى وقع العلماء في شرك الاعتقاد بأنهم كشفوا الغطاء عن الجسيمات الأصغر للمادة.

عندما تم اختراع مسرّعات الجسيمات بتصف ثلاثينيات القرن الميلادي، عُيّن العلماء من سحق البيترونات إلى بروتونات، والبروتونات إلى نوى أثقل ليستطعوا ما قد ينتج عن الصدامات النووية. في خمسينيات القرن المذكور، ابتكر دونالد غلاسير Donald Glaser «حاجة الفقاعة bubble chamber»، حيث تم تسريع الجسيمات بدون ذرية لسرعة تقارب سرعة الضوء وبالتالي قذفت داخل هذه الحاجة الواطنة الضغط الملوجة بغاز الهيدروجين. عندما اصطدمت هذه الجسيمات ببروتون (نواة الهيدروجين)، تفكك الأخير إلى مجموعة من جسيمات غريبة جديدة. ترك كل جسيم من هذه الجسيمات أثراً يتم عن فقاعات متباينة في الصغر وهو يتسارع بعيداً عن موضع التصادم. لم يتمكن العلماء من رؤية الجسيمات بحد ذاتها، ولكنهم تمكّنوا من رؤية آثار من الفقاعات ورائها.

كان العلماء في دهشة وحيرة من أمرهم حيال هذا النوع العدد من المسالك الصغيرة على خرائط حاجة الفقاعة (كل منها يشير إلى الوجود المؤقت لجسيم لم يكن معروفاً سابقاً). لم يقدروا حتى على حجز وتخمين ماهية هذه الجسيمات بدون ذرية الجديدة.

ولد موري غيل - مان Gell-Mann في مانهاتن بأمريكا عام 1929م. لقد كان طفلاً معجزة بحق، إذ كان قادراً على ضرب أعداد ضخمة في رأسه وهو لا يزال في الثالثة من عمره، وفي عمر السابعة فاز على من هم بسن الثانية عشر في مسابقات التهجي. بعمر الثامنة، تلamentت قدرته الذهنية مع قدرات معظم طلاب الجامعة. على أية حال، كان غيل - مان الضجر عديم الراحة في المدرسة، وعاني من نوبات حادة من الانقطاع عن الكتابة. كان نادراً ما يكمل تقاريره ورسوم مشاريعه، رغم سهولة إتمامها عليه.

مع هذا، شق غيل - مان طريقه بسهولة خلال دراسته الجامعية في بيل ومن ثم تقل بين معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا وجامعة شيكاغو (حيث عمل تحت إمرة فيرمي) وبرينستون (حيث عمل بإشراف من أوينهايمير). بعمر الرابعة والعشرين، قرر التركيز على

فهم الجسيمات الغريبة التي ظهرت على خرائط حجرة الفقاعة. سمحت خرائط حجرة الفقاعة للعلماء أن يقدّروا الحجم، الشحنة الكهربائية، اتجاه، وسرعة كل جسيم، ولكن دون التعرف على هويته الخاصة. بحلول عام 1958م، كان هناك ما يقارب المائة اسماً متداولاً لتعريف ووصف هذه الغابة من الجسيمات الجديدة التي تم تقصيها.

أدرك غيلـ - مان بأنه قادر على إضفاء معنى على هذه الجسيمات فيما لو طبق قلة من المفاهيم الأساسية للطبيعة. فقد افترض بأن الطبيعة بسيطة ومتناسبة، كما وافترض بأن هذه الجسيمات الأصغر من البروتون - وعلى غرار جميع المواد والقوى الأخرى في الطبيعة - يجب أن تكون محافظة على ذاها (فالكتلة والطاقة والشحنة الكهربائية تحفظ ولا تفقد خلال جميع تفاعلات النصادم).

مستدلاً بهذه المفاهيم، بدأ غيلـ - مان بجمع وتبسيط التفاعلات التي حدثت عند انفلاق البروتون، كما استحدث مقياساً جديداً أسماه *strangeness* أو «الغرابة» استنبطه من فيزياء الكمـ. فكان مقياس الغرابة يقيس حالة الكمـ لكل جسيم. مرة أخرى، افترض بأن صفة الغرابة لا بد أن تحفظ في كل تفاعلـ.

وجد غيلـ - مان بأنه يمكن من بناء أنماط بسيطة من التفاعلات عند انفلاق الجسيمات أو اتحادها. على أية حال، بدت بضعة من هذه الأنماط غير خاضعة لقوانين الحفظ. أدرك غيلـ - مان بعدها أن بإمكانه جعل جميع التفاعلات خاضعة لقوانين حفظ بسيطة لو لم تكن البروتونات والنيوترونات تراكيب صلدة، بل كانت مؤلفة بدلاً من ذلك من ثلاثة جسيمات أصغرـ.

على مر عامين من العمل، أظهر غيلـ - مان وجوب تواجد هذه الجسيمات الأصغر داخل البروتونات والنيوترونات، وأطلق عليها *k-works* ومن ثم *k-works* على سبيل الاختصار. وأخيراً، بعد قراءته لسطر منشور من قبل جيمس جويس James Joyce ذكر فيه عبارة «three quarks» أو «ثلاثة قطع من الجبن النبيء»، غير غيلـ - مان اسم جسيماته الجديدة إلى *quarks* أو «الكوارك».\*

\* تسهيلاً لفهم الجسيمات الأساسية، نقول أن الباريونات ( البروتونات والنيوترونات) تتألف من جسيمات أصغر تدعى الكواركـ. الكواركـ على أنواع ستة، هي: الأعلى *up* والأأسفل *down* والساخر *charm* والغريب *strange* والعلوي *top* والسفلي *bottom*. يتألف البروتون من



حقائق طريفة، السطر المذكور أعلاه لجيمس جوبل هو «ثلاث كواركات لست مارك!» في رواية «بعث آل فينيغان Finnegans Wake». هل مرت عليك هذه المقوله من قبل؟!؟\*

---

كواركين من النوع الأعلى وواحد أسفل، بينما يتالف البيوترون من كواركين من النوع الأسفل وواحد أعلى. ترابط الكوارك ببعضها بجسيمات تدعى الغلونات gluons، تضفي عليها خاصية اللون (الشحنة اللونية أو النكهة) – إما حراء أو حضراء أو زرقاء. لكل كوارك مضاده anti-quark الذي يحمل لوناً مضاداً، بينما ت تلك الغلونات اللون ومضاده معًا. إن الكوارك تبادل الغلونات فيما بينها فتغير ألوانها باستمرار (مع الحفاظ على تعادل لوني أبيض) وبالتالي ترتبط بقوة هي الأقوى في الكون، تدعى «القرة القوية»، تتغلب على الشحنة الكهرومغناطيسية المتماثلة لنوى الذرات وتحفظ للمادة كياماً وجودها. بوجود هكذا قوة، يستحيل الحصول على كوارك منفصل، إذ يرافقه مضاده دوماً. يدعى هذا المعقد (الكوارك – الكوارك المضاد) بالميزون meson – المترجم.

\*\* تعتبر كلمة كوارك quark من جملة الكلمات المهمة التي أكثر الروائي الإيرلندي الشهير جيمس جويس من استخدامها ضمن سياق التورية والإيحاء اللفظي الذي تعمده في حبك روايته (بعث آل فينيغان). يقول البعض أنها بمعنى (نعب) إشارة إلى صوت الغربان التي غنت المقطع المتضمن لهذه الكلمة بالرواية، في محاولة الكاتب الاستهزاء من الملك مارك المذكور في أسطورة تريستان. يقول البعض الآخر أنها مشتقة من الألمانية بمعنى (خثارة اللبن) – المترجم.

## الكوازارات و النوايپ

### Quasars and Pulsars

سنة الاكتشاف 1963 و 1967

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشاف أجرام فائقة الكثافة وبعيدة في الفضاء من المكتشف Allan Rex Sandage (الكوازار) وأنتوني هيسون Antony Hewish و جورج سيلين بيل (النوابض)

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تمثل الكوازارات والنوابض صنفاً جديداً من الأجرام في الفضاء، أو بالأحرى نوعاً جديداً من جرم هائل برأس خارق للعادة. كونها ضخمة وبكثافة مفرطة وتصدر إنبعاثات راديوية وضوئية، فإن الكوازارات والنوابض قد أوسعـت وغيـرت نظرـة العلمـاء إـلى الفـضاء ومـكونـاته بشـكل جـذـري.

الكوازارات هي بعض من الأجرام الأكثر بريقاً وبعداً في الكون. أما النوابض فتلـمـحـ لـسلـكـ حـيـاةـ الـجـوـمـ وـالـسـوـقـ العـمـرـيـ لهاـ. قـادـ اـكتـشـافـ هـذـيـنـ الـجـسـمـيـنـ إـلـىـ فـهـمـ أـكـبـرـ لـحـيـاةـ وـمـاتـ الـجـوـمـ وـأـفـتـحـ حـقـولـ جـدـيـدةـ لـلـدـرـاسـةـ فـيـ عـلـمـ الـفـلـكـ وـالـمـادـةـ الـفـائـقـةـ الـكـثـافـةـ . وـالـتجـاذـبـ وـالـمـجـالـاتـ الـمـغـناـطـيسـيـةـ الـفـائـقـةـ الـقـوـةـ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في خريف عام 1960م، لاحظ الفلكي الأمريكي آلان ريكس سانديج Allan Rex Sandage سلسلة من الأجرام المعتمة بدت وكأنها نجوم. قام بالتدقيق فيها مستعملاً تلسكوبياً راديوياً ليرى فيما لو كانت تبث إشارات راديوية إضافة إلى الضوء الظاهر.

المثير للدهشة أن كلاً من هذه الأجرام المعتمة أصدر إشارات راديوية قوية لم يُعرف عن أي جرم آخر إصداره إليها. ربما لم تكن بنجوم في الحقيقة - أو على الأقل ليست بنجوم كالنجوم الأخرى. أطلق سانديج على هذه الأجسام الغامضة quasi-stellar

radio sources أو «مصادر شبه نجمية راديوية»، ثم سرعان ما اختصر عبارة quasi-stellar إلى quasar «كوازار».

درس سانديج خطوط التصوير الطيفي لهذه الأجسام الغريبة (الخطوط التي تعين التركيبة الكيميائية للنجم بعيد). لم تواكب الخطوط أياً من العناصر الكيميائية المعروفة ولم يتم تعينها إطلاقاً.

أدرك سانديج والفلكي الأمريكي الهولندي المولد مارتن شimit Maarten Schmidt أخيراً بأن الخطوط الطيفية يمكن التعرف عليها كعناصر طبيعية وشائعة إذا ما فحصت كخطوط طيفية تحدث بشكل اعيادي ضمن المدى الفوق البنفسجي وقت إزاحتها بازياب أحمر ضخم (انزياح دوبлер) ليقع ضمن المدى المرئي. (انزيابات دوبлер هي تغيرات في تردد الضوء أو الصوت جراء حركة الجسم

في الوقت الذي فلك فيه هذا التفسير لغزاً واحداً، فإنه قدم آخر. ما الذي أمكنه أن يسبب هكذا انزياح عملاق حسب مبدأ دوبлер؟ قرر الإثنان عام 1963م بأن الجواب الوحيد الجدير بالتصديق هو المتعلق بالبعد، فلا بد أن الكوازارات على بعد بليون سنة ضوئية - الأجرام الأكثر بعداً قياساً بأي جسم آخر تم تقصيه!

الآن، هنا لك مسألة أخرى تطرح نفسها: الضوء المعتم للنجوم الزائفة كان برأفًا جداً بالنسبة لنجم واحد على ذلك البعد الشاسع - فهو يفوق بربى كاملاً المجرات بحوالي ألف مرة. افترض سانديج وشimit بأن كل كوازار لا بد أن يكون مجرة بعيدة فيحقيقة أمره. على أية حال، كانت الإشارات الراديوية المقاومة شاسعة التفاوت والتتنوع (مرتبة الأيام وال ساعات) لتكون مجرة من نجوم منفصلة. لقد أشار ذلك إلى كتلة متراصة وليس مجرة.

بقيت الكوازارات لغزاً مربكاً حتى عام 1967م حيث افترضت بأنماها كانت المادة التي تحيط بالثقوب السوداء الهائلة، فتحولت في الحال إلى الأجرام الأهم والأكثر لفتاً للاهتمام في الفضاء البعيد.

في ذات العام (قوز/يوليو 1967م)، أكمل بروفيسور علم الفلك بجامعة كامبردج أنطونи هيوش Antony Hewish تشييد ميدان بمساحة 4,5 هكتار مخصص لوضع هوائي راديوبي بهدف تقصي إنبعاثات الترددات الراديوية من أقصى زوايا الفضاء. كانت هذه المتأهة العملاقة من السلك تصبح مستقبل التردد الراديوي الأكثر حساسية على وجه الأرض.

طبع التلسكوب الراديوسي ما يساوي المائة قدم من الورق التخطيطي كل يوم. كانت مساعدة هيوش وطالبه في الدراسات العليا جوسيلين بيل Jocelyn Bell مسؤولة عن تحليل هذه الورقة التخطيطية، فكانت تقارن الخطوط المتعارجة المرسومة على الورقة بموقع أجسام فضائية معروفة ومن ثم تقارن الإشعاعات الكهرومغناطيسية المعروفة لهذه الأجسام مع تعرجات وبروزات المخطط، وذلك بفرض الحساب لكل علامة مرسومة على المخطط المذكور.

بعد شهرين من بدء العمل بالتلسكوب، لاحظت بيل غطًا غير اعتيادي محكم التكتل من الخطوط وصفته بـ «حصلة من القفا»— كان عبارة عن غط متعرج مخرب لم تقدر على تفسيره، فأشرت عليه بعلامة استفهام وانتقلت إلى أجزاء أخرى.

بعدها بأربعة ليال، رأت بيل النمط ذاته – بل تكرر ذات المشهد بعد شهر أيضًا، فأدركت بأن الهوائي كان مرکرًا على نفس الشريحة الصغيرة من السماء. منحت بيل وقتاً إضافياً تقوم فيه بتمديد وقياس هذه التعرجات. أياً كانت تلك الإشارة الراديوية، فإنما ترددت بنبضات منتظمة كل دقيقة وثلث، في حين لم يُعرف عن أي جسم طبيعي آخر في الكون بشه لإشارات منتظمة كهذه.

قبل أن يصرّح هيوش باكتشافهما علنًا، عثرت بيل على «حصلة من القفا» جديدة على مطبوعات المخططات من جزء مختلف من السماء. كانت نبضات هذه الإشارة الثانية تأتي كل 1,2 ثانية وعلى نفس التردد المضبوط تقريباً.

جيء بكل باحث نظري في كامبردج ليفسر «حصلة قفا» جوسيلين، وبعد شهور من الدراسة والحساب استنتج الفريق العلمي بأن بيل قد اكتشفت نجوماً دوارة خارقة الكافية\*. توصل الفلكيون إلى نظرية رياضية مؤداها أنه عندما يتضب معين نجم ضخم ما من الوقود النووي، فإن كل مادة تنكمش نحو الداخل، مما يؤدي إلى حدوث انفجار عملاق، يدعى السوبرنوفا.

ما تبقى يصبح أكثر كثافة من المادة الاعتيادية بمائة مليون مرة\*\* – نجم نيوتروني. لو تحرك النجم، فإن مجاله الكهربائي والمغناطيسي سيثشان حزماً من الموجات الراديوية القوية.

\* مهما يكن من أمر، حُرمت جوسيلين من جائزة نوبل عام 1974م، بينما نالها هيوش ليكون أول فلكي ينال جائزة نوبل في الفيزياء – المترجم.

\*\* يمكن لـ 260 مليون نجم نابض أن يشغل نفس المحيط الذي تشغله الكرة الأرضية، لكن رغم ذلك، فإن مجال جاذبية النجوم النابضة يمكن أن يبلغ بليون مرة قدر مجال جاذبية الأرض. كما أن كرة من

بالنسبة لمراقب على كوكب الأرض، فإن نجماً نيوترونياً دواراً سيبدو وكأنه في حالة نابضة، ومن هنا جاءت تسميتها بـ «النوابض»\*\*\*.

حقائق طريفة، كلما كان الكوازاز أبعد، كلما بدا الضوء الصادر عنه أكثر أحمراراً على الأرض. يستغرق الضوء المنبعث من الكوازاز الأبعد 13 بليون سنة ضوئية للوصول للأرض. ثلاثة عشر بليون سنة ضوئية هي المسافة التي كان النجم الزائف يبعدها عنا قبل 13 بليون سنة عندما انبعض الضوء الذي نراه الآن أول انبعاث من النجم منطلقاً نحو ما يقع عليه الأرض الآن. الكوازارات هي أبعد الأجسام في الكون على الإطلاق.



---

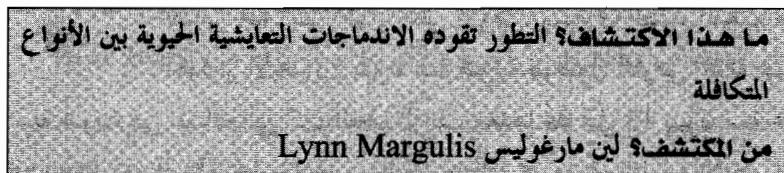
المادة النيترونية بحجم كرة القدم يبلغ وزنها خمسين ألف مليون طن و بالتالي لو سقطت على الأرض فإنها ستترك ثقباً فيه يقدر حجمها - المترجم.

\*\*\*\* تحاكي هذه الجوم ضوء المارة أو المصباح الذي يعلو الإسعاف، إذ تنسح الفضاء بالضوء الصادر عنها لدى دورانها، فتتمكن من التقاطه عندما يأتي باتجاه الأرض فقط. هذا ما يعطي للنجم صفة النابضة - المترجم.

## التطور الكامل

### Complete Evolution

سنة الاكتشاف 1967م



#### لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان تشارلز داروين أول من خطر له أن الأنواع الحياتية قد تطورت - تغيرت - على مر الزمن، والأول في تعين قوة دافعة لذاك التغير - بقاء الأصلح. سرعان ما أصبحت نظريات داروين حجر أساس للتفكير البيولوجي وظلت عائشة دون تحذف زهاء قرن من الزمان.

كانت لين مارغوليس أول من يكتشف ويبث التعديل على نظرية داروين عن التطور، وبهذا ملأت الثغرة التي طالما قضت مضاجع مناصري هذه النظرية. أكثر من أي عالم آخر منذ داروين، فرضت لين مراجعة جذرية في الفكر التطوري. على خطى أسلافها العظام أمثال كوبيرنيكوس، غاليليو، نيوتن، وداروين، استأصلت مارغوليس وغيرت بعضًا من النظريات والفرضيات الأعمق تأصلاً والأشد اعتقاداً في العلم.

#### كيف جاء هذا الاكتشاف؟

من مواليد عام 1938م، ترعرعت لين مارغوليس Lynn Margulis على شوارع شيكاغو بالولايات المتحدة. دُعيت بالمبكرة النضوج أثناء طفولتها، ودخلت جامعة شيكاغو وهي لا تزال في عمر الرابعة عشرة. هناك درست علم الوراثة والتطور.

منذ عهد داروين وعلم التطور كان في كفاح مع مشكلة تدعى «التغاير». افترض العلماء أن التغاير في الفرد مدّ «بالونات التجربة» التي احتفظ بها الانتخاب الطبيعي أو طرحها. فكانت هذه الطفرات التي احتفظت بها الطبيعة لتنشر ببطء عبر الأنواع بأكمليها.

بأية حال من الأحوال، بقي سؤال مزعج لم تم الإجابة عليه: ما الذي يسبب تغيرات جديدة في أفراد نوع ما؟ ترکَّز النظريات حول الأخطاء العشوائية التي أعادت بطريقة ما كتابة مقاطع من الشفرة الوراثية للـ-DNA.

حق في وقت مبكر من مسيرها المهنية، أبقت مارغوليس بأن هذا ليس بما حدث على أرض الواقع. إذ لم تجد أي برهان صلٰد يدعم طفرات صغيرة عشوائية في قيادة تطور الأنواع الحيوية، بل وجدت البرهان على تقافزات كبيرة مفاجئة - كما لو أن التطور لم يحدث كزحف بطيء ثابت مستمر، ولكن كتقدمات مفاجئة دراماتيكية تكيفية. كما وجدت بأن التغيير التطوري لم يكن من العشوائية التي آمن بها الآخرون تقريباً.

رکَّزت مارغوليس على مفهوم التعايش الحيوي *symbiosis* - كائنان (أو نوعان) يعيشان في حالة تعاون مع بعض من أجل مصلحتهما المتبادلة. عثرت على العديد من الأمثلة الأولية لتنوعين اختارا العيش بتوافق حميمي متبادل الاعتماد. فنباتات الأشنة تكونت من طحلب وفطر عاشا بطريقة أفضل ككائن واحد قياساً بعيشهما كلا على حدة، وكذلك البكتيريا الماضمة للسيليلوز عاشت في القناة الفضمية للنمل الأبيض، لم يتمكن أحد منها من العيش دون الآخر بينما عاش كلاهما وهما سوية. دون اندماج تعايشي حيوي، لم يكن لهذه التسوية أن تتطور قط.

ووجدت مارغوليس وفرة من علاقات التعايش الحيوي أينما نظرت. كانت الأنواع المتواجدة تبحث عن علاقات تعايشية تعاونية جديدة للتحسين بقابليتها على الاستمرار بالعيش. فالتعاون البشري حق ذاك المبتعني، كما هي الطبيعة عندما أدخلت بكتيريا (نوع عالي التطور من الحياة) نفسها، مثلاً، إلى نوع متواجد آخر لخلق طفرة تعايشية حيوية جديدة حسنت وطورت من قابليتها وإمكاناتها الحياتية.

درست مارغوليس الأنواع الحياتية المبكرة على الأرض واكتشفت أربع حالات أساسية من التعايش الحيوي سمحت بتطور حياة معقدة على وجه الأرض: (1) اتحاد بين بكتيريا بدائية تألف الحرارة وبكتيريا سابحة (سبايروبكت). فانقُصت بعض من المورثات الأصلية للسبايروبكت (2) لتنتج المراكز المنظمة والحيوط التي تسحب المادة الوراثية إلى الجانبين المتعاكسين من الخلية قبل انشطارها. سمح هذا بتطوير أنواع حياتية معقدة. قام هذا المخلوق الجديد بابتلاع (3) بكتيريا حارقة للأوكسجين (عندما بدأ الأوكسجين بالتزايدي في

الجو). أخيراً، قام هذا الكائن السابع المعقد المعامل للأوكسجين بابتلاع (4) بكتيريا بانية للضوء. الناتج عن هذا الاندماج ذو الخطوات الأربع كان جميع الطحالب والنباتات الحالية!

أظهرت مارغوليس أن خلايا النباتات والحيوانات والفطريات وحتى البشر قد تطورت خلال سلسلة محددة من الاندماجات التعايشية الحيوية التي مثلت خطوات كبيرة فورية تقدم الأنواع المعنية نحو الأمام في مسيرة تطورها.

نشرت مارغوليس عملها البارز عام 1967م، لكن اتخاذ البيولوجيون موقف شك منه حين كشف أن المايتوكوندريا في جميع الخلايا البشرية تمتلكـDNAـ الخاص بها، مما يؤيد بأنه حتى الخلايا البشرية ناتجة عن اندماج تعايشي حيوي واحد على الأقل. أثار هذا الاكتشاف هم جيل من العلماء من بحثوا ودرسو عن الاندماجات التعايشية الحيوية، فعشروا عليها في كل مكان حولهم.

تسع من كل عشر نباتات تعيش بفضل اندماجات تعايشية حيوية مع فطريات الجنور التي تصنع مواد غذائية أساسية لها من التربة. يمتلك البشر والحيوانات مستعمرات متaramية من البكتيريا المتعاونة وكانتات صغيرة أخرى تستوطن قنواتنا الهضمية فتعالج وقضم الطعام الذي نأكله. بدونها، لم نكن لقدر على الاستمرار بالعيش - وبدون اكتشاف مارغوليس، لبقيت نظرية داروين غير مكتملة.

حقائق طريفة، كانت مارغوليس وزوجها الكاتب والفلكي كارل سagan من قالا بأن «الحياة لم تتملك الكورة الأرضية بالسازع والتعارك، ولكن بالترابط والتعاون، كما أن اعتقاد داروين عن التطور المنقاد بتزاع الانتخاب الطبيعي ليس بالكامل».



## المادة المعتمة

### Dark Matter

سنة الاكتشاف 1970م

ما هذا الاكتشاف؟ المادة الكونية التي لا تعطي ضوءاً أو أي إشعاع آخر  
يمكن تقصيه

من المكتشف؟ فيرا روبن Vera Rubin

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لم تعمل حسابات تعدد الكون عملها، ولم توافق حسابات سرعة النجوم في المجرات البعيدة ما راقبه الفلكيون، كما لم تأت حسابات عمر الكون (مبنيّة على سرعة تعدد) بالكثير من المطق والمعنى. كان لا بد لأمر ما أن يكون خطأ في الطرق المستعملة لهذه الحسابات. مع علامات الاستفهام الكبيرة التي حامت فوق الحسابات هذه، لم يقدر أحد أن يقيس تاريخ الكون أو كتلته الحالية أو مستقبله بطريقة يمكن الاعتماد عليها. كباقي معظم البحث الفيزيائي في مسيرة تقدمه في هذا المضمار.

لم تعن فيرا روبن سوى فحص جهاز جديد، فكان ما اكتشفته أن الحركة الحقيقة للنجوم وال مجرات بدت ثبت خطأ قوانين نيوتن - المفاهيم الأكثـر جوهرية لعلم الفلك برمتـه. في محاولة لتفسيـر الفرق بين المشاهدات وفيزياء نيوتن، اكتشفت روبن المادة المعتـمة - المادة التي تتواجد ولكن دون بـث للضـوء وأي إشعـاع آخر يمكن للعلماء تقصـيه. يـؤمن الفلكـيون والفيـزيـائيـون الـيـوم بـأن 90% من كـتـلةـ الكـون عـبـارـة عن مـادـةـ مـعـتـمـةـ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1970م، عملت فيرا روبن Vera Robin بقسم المغناطيسية الأرضية في معهد كارنيجي بواشنطن. حينها كان مدير القسم، الفلكي كنت فورد Kent Ford، قد صنع لتوه مطيافاً نجـيـباً جـديـداً عـالـيـ السـرـعـةـ وـعـرـيـضـ الـحـزـمـةـ بحيث كان يمكنه إتمـامـ ثـانـ إلى عـشـرـ مـخـطـطـاتـ طـيفـيةـ (الـصـورـ التـحـظـيطـيـةـ عـلـىـ وـرـقـةـ بـيـانـاتـ لـطـيفـ ماـ)ـ فيـ هـذـهـ الـحـالـةـ لـلـطاـقةـ المنـبعـةـ مـنـ النـجـومـ الـبـعـيـدةـ بـتـرـددـاتـ مـخـلـفـةـ عـلـىـ اـمـتـادـ الـطـيفـ التـرـددـيـ)ـ وـذـلـكـ فـيـ لـيـلـةـ واحدـةـ،ـ فـيـ حـينـ اـعـتـبرـتـ فـيـ النـمـاذـجـ المـتـواـجـدةـ آـنـذـاكـ مـحـظـوظـةـ لـوـ أـكـملـتـ مـخـطـطـاًـ وـاحـدـاًـ فـيـ

اليوم كله. كانت فيرا على آخر من الجمر لترى ما يمكن لابتكار فورد أن يقدمه من مفاجآت.

في ليلة السابع والعشرين من شهر آذار (مارس) عام 1970م، ركّزت روبن تلسکوب القسم على الأندروميدا، المجرة الأقرب إلى مجرتنا. كانت تخطط لاستطلاع فيما لو كان ممكناً للملائين نجوم الأندروميدا أن تتحرك فعلاً كما أفادت بها النظرية الشائعة آنذاك.

عند ربطه بتلسكوبات قوية، يمكن للمطياف أن يتقصى وجود مختلف العناصر في نجم بعيد ويعرضها وبالتالي على ورق البيانات. جهزت روبن ميكروسكوبياً عالي القدرة لقراءة المخططات المرسومة من قبل مطياف فورد.

ادركت روبن بأن الدرجات التي قاسها العلماء على المطياف كانت تحرف قليلاً نحو الأعلى أو الأسفل من على ورق تخطيط التردد، اعتماداً على حركة النجم تجاه أو بعيداً عن الأرض. يدعى هذا الانزياح الترددية بانزياح دوبلر. يحدث نفس النوع من الانزياح لدى مرور السيارة فيبدو صوت محركها متغيراً نحو تردد أعلى. كلما كبر ذاك الانزياح، كلما كانت سرعة الجسم أكبر. أرادت روبن أن ترى فيما لو أمكنها استعمال انزياحات دوبلر والمطياف الجديد لكيتبت بغرض قياس سرعة النجوم في المجرات القاصية.

ووجدت فيرا بأن النجوم على الحافة الخارجية للأندروميدا قد تحركت بنفس السرعة التي تحركت بها النجوم القريبة من مركز المجرة - وهو ما يخالف المفترض في حركة نجوم المجرات تماماً.

على مر شهرين كاملين، أكملت روبن مائة مخطط طيفي، فتكرر الأمر ذاته بالنسبة لكل مجرة. كانت سرعات النجوم التي قاستها خاطئة كلها، فحسب القوانين الفيزيائية التي يعرفها الجميع، كانت بعض هذه النجوم تتحرك بسرعة فائقة بحيث تعجز الجاذبية على تثبيتها في مجراتها، فيفترض بها أن تطير هاوية في الفضاء. لكن هذا لم يحدث على الإطلاق.

لم يتيقّن أمام روبن غير تفسيرين اثنين. إما أن تكون معادلات نيوتن خاطئة (شيء لم يكن العالم العلمي ليقبله) أو أن الكون قد احتوى مادة إضافية لم يعثر عليها فلكي من قبل.

اختارت روبن بدورها التفسير الثاني وأسمت هذه المادة الإضافية «المادة المعتمة» طالما لا يمكن رؤيتها أو تقصيّها. حسبت روبن كمية المادة المعتمة الالزامية وكيفية انتشارها على

اتساع الكون بحيث تحافظ على صحة قوانين نيوتن، فوُجدت بأن نسبة 90% من الكون يجب أن تكون مادة سوداء.

لزم بقية المجتمع العلمي عقد كامل ليقبل على مضض بنتائج فيرا روبن وبحقيقة أن معظم المادة في الكون لا يمكن رؤيتها والاهتداء إليها بالوسائل المتوفرة لدى الإنسان.\*

على أية حال، غير عمل فيرا روبن في ذاك الصيف من عام 1970م كل حساب ونظريّة حول تركيب وأصول كوننا، كما حسّن كثيراً من قابلية الفلكيين على حساب انتشار وحركة المادة بشكل صحيح. في الوقت ذاته - لحسن الحظ - حافظت قوانين الحركة لنيوتن على بقائها لتعيش حتى يومنا هذا.

  
حقائق طريفة: حاولت الناس التقاط صورة فوتوغرافية للمادة المعتمة (شيء لا يمكن لأحد أن يراه أو يهتدي إليه مباشرة يوماً ما) وذلك باتخاذ صور الأشعة السينية التلسكوبية من القمر الصناعي ROSAT مع صور أخرى من الأقمار الصناعية، وكانت النتيجة هي الصورة المعروضة على العنوان الإلكتروني:

<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/gallery/display/darkmatter.html>

يمكن أن تكون هذه أول صورة للمادة المعتمة.

---

\* يقدر علماء الفلك تركيب الكون كالتالي: 73% طاقة معتمة، 23% مادة معتمة، 3,6% الغاز السيني مجربي، و 0,4% النجوم والكواكب وغيرها من الأجرام السماوية المرئية - المترجم.

## طبيعة الديناصورات

### The Nature of Dinosaurs

سنة الاكتشاف 1976

ما هذا الاكتشاف؟ الكيفية التي تصرفت وتغيرت وعاشت بها الديناصورات  
على الواقع  
من المكتشف؟ روبرت باكير Robert Bakker

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كانت الديناصورات وحوشاً مترافقاً ذات دم بارد. كما كانت مبادئ ذات لون رمادي فاتر ومن البلادة بحيث لم تقدر حتى على النصرف كأرباب أسر لاقين. هذه كانت النظرة الكلاسيكية على الديناصورات خلال النصف الأول من القرن العشرين، وهكذا رسمت في الصور، وأمن العلماء الإحاثيون. أما روبرت باكير، فقد حطم هذه الأفكار وقوتها من الأساس. فكان أول من دعا إلى أن الديناصورات كانت كائنات ذات دم حار، ملوونة، سريعة، ذكية، ورشيقه. كما كان أول من افترض بأن الطيور قد انحدرت من الديناصورات\*. والصور التي نرى الديناصورات عليها اليوم - من أفلام Jurassic Park أو «الحديقة الجوراسية» إلى عروض المتحف العلمية - تدين جميعاً بمفاهيمها الديناصورية لاكتشافات روبرت باكير، الذي أعاد تحرير كتاب الديناصورات بال تماماً والكمال.

\* تذكر الكثير المصادر أن الفكرة تعود بالأساس إلى اكتشاف متحجر الكائن الجنح Archaeopteryx في مقاول للحجارة الجيرية بجنوب ألمانيا عام 1860م، والذي امتلك ريش وأقدام الطيور في حين تضمن هيكله ذيلًا عظيماً طويلاً، أنساناً بدلاً من المنقار، ومخالب بارزة من تحت الريش. لولا الريش، لاعتبر هذا الكائن مجرد عضو من عائلة الديناصورات الصغيرة التي تشر على الكثير منها تحت اسم Compsognathus. يقال أن العالم توماس هكسلي كان أول من أشار على هذا الارتباط وذلك في إحدى الأمسيات التي كان يفكّر فيها بلغز العظم الغريب الذي سبق أن وجده أسفل عظم الساق للديناصور، بينما كان يتغذى على لحم طائر السمان. فأثناء التهامه للحم ساق الطائر، دخل فمه عظم شديد الشبه بعظم أسفل ساق الديناصور. فأخذ هكسلي من عظم الكاحل astragalus هذا رأس خيط للاستدلال على قرب علاقة الطيور والديناصورات - المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان إماماً عظيماً ذاك الذي تملكَ روبرت باكير Robert Bakker في تلك الليلة من ثانية سفي دراسته بجامعة بيل. بينما كان يتمشى عبر المتحف المظلم، وقعت شذرات خافية من الضوء على هيكل الديناصورات مما أوحى بحركتها خلال السكون المعتم. فأثناء تفحصه لهذه العظام المألوفة، خطأ على بال روبرت أن هذه المخلوقات قد حكمت الأرض لما يربو 165 مليون سنة. لا يمكن لها أن تكون غبية، ذات دم بارد، وكسلة، في حين كانت هنالك ثدييات ذكية تحيط بها. وكانت الديناصورات قد غلبت على أمرها لو لم تكن هي الفائزة بحكم أفضليتها أساساً.

من هنا انطلق روبرت باكير - لوحده - وراء إثبات أن الفكرة السائدة عن الديناصورات خاطئة بال تماماً. جأ باكير إلى أربعة مصادر من المعلومات بلورة قضيته: التشريح المقارن (مقارناً حجم وشكل الأجزاء التماضية للأنواع المتباينة)، مناطق التمركز الحيواني (حيث تعيش الحيوانات)، السجل التراكمي للمتحجرات (كل ما سبق جمعه من عظام وهياكل ديناصورية)، وعلم البيئة (علاقة النوع بيئته).

قضى باكير ثلاث سنوات مضنية من الدراسة وجد من خلالها بأن عظام الثدييات، كما كانت عظام الديناصورات، غنية بالأوعية الدموية ومفتقرة لحلقات النمو - على نقيض الزواحف ذات الدم البارد، كما وجد بأن ديناصورات العصر الطباشيري قد عاشت شمالي كندا حيث لم تتمكن الزواحف الباردة الدم من العيش. وأخيراً، درس النظم البيئية لأفريقيا وأمريكا الشمالية ووجد بأن الدواب المفترسة ذات الدم الحار كانت تأكل ستة إلى ثمانية أضعاف لكل رطل من وزنها أكثر من نظيرتها الزواحفة. من خلال دراسة سجل المتحجرات، لاحظ باكير بأن نسبة الحيوانات المفترسة إلى آكلات الأعشاب في النظم البيئية الديناصورية كانت تتطابق ما هو متوقع للنظام البيئي لحيوانات ذات دم حار.

لا بد أن الديناصورات كانت ذات دم حار، إذن. فعظامها، أعدادها النسبية، وأماكن عيشها دلت جيداً على ذلك.

درس باكير سican حيوانات الحديقة، مقارناً تركيب الساق بطريقة حركتها. هل كانت ساق الدجاجة تتشي بخلاف ساق الحمار الوحشي؟ ما كانت علاقة هذه الاختلافات بالنشاط المختلف لكل حيوان؟ كيف كان الشكل يلي بالوظيفة بالنسبة لكل حيوان،

وكيف كانت الوظيفة تلي بالشكل؟ ماذا قال شكل مفاصل ديناصور ما وحجم عظامه عن الكيفية التي تحرك وتوظفها؟ خلال رسوماته، حاول باكير أن يضع في الاعتبار هذه الحركة وما تتطوي عليه من كل عضلية محتملة للسيطرة على كل عظم وتحريكه.

قارن باكير حجم وشكل وكثافة عظم الساق لمنات من الحيوانات الحديثة مع نظيراهما لعظام سican الديناصورات، فوجد بأن الأخيرة كانت تناسب مع التركيب العملي للثدييات الراكضة. ليست تلك التي تعدد حين إحساسها بالخطر عدواً سريعاً لا يتعدي عشرة ثوان فقط، بل تلك التي تركض بانتظام لعشرين دقيقة.

كانت الديناصورات كائنات راكضة. فتركيبها قد أثبت ذلك. كما دل هذا على أنها كانت يقطة ورشيقة، إذ لا يعقل للأحق والملكي والأخرق أن يصبح عذاءً بالفطرة!

رجع باكير إلى سجل المتحجرات من جديد ولاحظ بأن القليل فقط من الهياكل الصغيرة والفتية قد اكتشف. هذا يعني بأن القليل منها قد توفي، مما يعني بدوره أن الديناصورات لا بد كانت موافقة جداً في دورها الأبوي بحماية وتغذية وإيواء صغارها. لقد كانت الديناصورات ربوات أسر جيدة.

بمذا، قوّضت الأساطير القديمة جميعها. ونشر باكير اكتشافاته وهو لا يزال طالباً للدراسات العليا بجامعة هارفارد. لكن انقضت عشرون سنة أخرى من الجمع المكثف للبيانات والتحليل الدقيق حتى يميل مد التصديق أخيراً باتجاه باكير، بل وحق عندما أثارت اكتشافات باكير ثورة في نظرية العلماء للديناصورات، فإنه كان يُنظر إليه بنظارات الشك والريبة على اعتباره راديكاليًا غير جدير الثقة والصدق.

حقائق طريفة: أصبحت البرونتوسوروس Brontosaurus العملاقة الأكثر شعبية من بين الديناصورات بأواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، ويعني اسمها «سحلية الرعد». في عام 1970م، طالبَ بعض العلماء بعدم استعمال اسم «برونتوسوروس» طالما أنه أشار إلى ثلاثة أنواع مختلفة: اباتوسوروس Apatosaurus، براكيوسوروس Brachiosaurus، وكamarاسوروس Camarasaurus. لا زال الجدال محتدماً رغم مرور 80 مليون سنة منذ أن جال أي منها الأرض.



# توجد كواكب حول النجوم الأخرى

Planets Exist Around Other Stars

سنة الاكتشاف 1995م

ما هذا الاكتشاف؟ توجد كواكب - حتى كواكب مثل الأرض - حول النجوم الأخرى

من المكتشف؟ ميشيل مايلور Michel Mayor و ديدье كويلوز Queloz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطالما كان أحد أعظم الأسئلة التي راودت البشرية: هل نحن لوحدينا؟ منذ زمن بعيد والعلماء يتساءلون: هل نحن النظام الشمسي الوحيد في امتلاكه للكواكب - والوحيد بكواكب يمكن أن توفر ظروف الحياة؟ أصبح وجود كواكب أخرى تدعم ظروف الحياة أمراً ممكناً بعد اكتشاف كواكب حول نجوم أخرى في الفضاء الشاسع.

يعتبر اكتشاف نظم شمسية أخرى أمراً بالغ الأهمية بالنسبة للفلكيين، فهو يسمح لهم باختبار نظرياتهم حول أصل الكواكب والنظام الشمسي. لقد غير اكتشاف الكواكب البعيدة من طريقة إدراكنا لوقعنا في الكون تغييراً جوهرياً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في القرن السادس قبل الميلاد، كان العالم الإغريقي أناكسيماندر Anaximander أول من افترض وجود كواكب أخرى. وفي عام 1600م، لاقى الكاهن والفلكي الإيطالي جيورданو برونو حفنه حرقاً من قبل الكنيسة الكاثوليكية جزاء الإقرار بالفكرة ذاتها. تغير الزمان والمكان، وشهدت أوائل الأربعينيات من القرن المنصرم بحثاً مضنياً ودؤوباً للفلكيين الأميركيين عن كواكب تدور في أفلاك نجوم أخرى مستعملين تلسكوبات عملاقة لهذا الغرض.

ولد ميشيل مايلور Michel Mayor عام 1942م واستهواه عالم النجوم والفلك منذ نعومة أظفاره. انضم مع شريكه أنطوني دوكوبوي Antonie Duquennoy إلى كوكبة الفلكيين الباحثين عن أجسام صغيرة في الكون. لكن مايلور لم يبحث عن الكواكب، بل عن

الأقراص البنية – أجسام مغتممة باردة يعتقد أنها تتكون كالنجوم ولكن تفشل في النمو بالكثير الذي يؤهلها لاحتواء اندماج الهيدروجين، وبالتالي لا تقدر أبداً بالفرن التجمي وناره. كبيرة جداً على الكواكب، صغيرة جداً على النجوم، كانت الأقراص البنية بمثابة غرابة مجرية.

على أية حال، كان الفلكيون يعانون من مشكلة: لا تقدر التلسكوبات على رؤية الكواكب والأقراص البنية كونها لا تشع ضوءاً. بدلاً من ذلك، بحث الباحثون عن ترددات جانبية ضئيلة في حركة النجم ناتجة عن قوة السحب التجاذبي للكوكب الكبير (أو قزم بني).

حاول البعض تقصي هذا التردد بقياس موقع النجم بعناية على مر شهور أو سنوات، بينما تعامل البعض الآخر (و من ضمنهم مايلور) مع التردد باستعمال انزياح دوبлер وقياس انزياحات صغيرة على المخطط الطيفي في لون الضوء الآتي من النجم والتي تنجم عن تغيرات في حركة النجم باتجاه أو بعيداً عن الأرض.

عقب وفاة دوكوبينوي عام 1993م، اشتراك مايلور مع الطالب في الدراسات العليا ديدье كوييلوز Didier Queloz وطورا مطیافا جديداً أكثر حساسية للبحث عن الأقراص البنية. كان مطیافهما قادراً على قياس تغيرات بالسرعة بصغر  $13 \text{ م}/\text{s}$  – ذاكما الحاصلة تقريباً في حركة شمسنا بفعل قوة السحب التجاذبي للكوكب المشتري.

لكن افترض الجميع بأن هكذا كواكب عملاقة ستحتاج سنوات لتدور في فلك نجم ما (كما تفعل في نظامنا)، وبهذا فإن التردد بفعل قوة سحب هكذا كوكب سيحتاج سنوات من البيانات للاحظته. لم يخطر مايلور قط أن يستعمل مطیافه الجديد ويستهلك بضعة شهور قيمة من الوقت على تلسكوب للبحث عن كوكب.

منطلقيَن اعتباراً من نيسان (أبريل) عام 1994م، ومستعملين مرصد مقاطعة هايوت جنوبي فرنسا، اختبر مايلور وكوييلوز مطیافهما على 142 نجماً قريباً، أملاً في تقصي تردد على وجود جسم مجاور ضخم مثل قرم بني. في كانون الثاني (يناير) عام 1995م، وقعت عين كوييلوز على نجم واحد، بيغ-51 Peg-51 (النجم الألمع الواحد والخمسون في مجموعة بيغاسوس). لقد اهتز! لقد اهتز أماماً وخلفاً كل 4,2 يوماً.

فحص مايلور وكوييلوز ضوء النجم للتأكد من عدم نبضه، كما فحصا فيما لو كان لبعض من الشمس أن تخلق هكذا تردد ظاهري، أو أن النجم بيغ-51 كان في حالة انتفاخ

وتقلص توحى للمراقب بأنه في حالة اهتزاز. لكن لا شيء كان سبباً وراء اهتزاز بيغ-51 سوى جسم كبير ما يدور في فلكه.

بناء على مقدار اهتزاز بيغ-51، قاما بحساب كتلة الجسم وأدركوا بأنه صغير جداً ليكون قرماً بنياً. لا بد أنه كان كوكباً! لقد اكتشفوا كوكباً خارج مجموعتنا الشمسية.

بحلول عام 2005م، تم تحديد موقع بعض مئات من الكواكب الأخرى - عمالقة غازية تسرع حول مدارات بحجم العطارد، بعض الكواكب الصخرية الدافئة، مدارات فاترة الطقس، بل وحتى بعض الكواكب المهاوية في الفضاء دون أن تصادق نجماً فندور في فلكه. الأرض بالتأكيد ليست وحيدة، حظي مايور وكوبيلوز بشرف اكتشاف برهان على هذه الحقيقة الأخاذة.

حقائق طريفة: لو امتلك نجم واحد من كل عشرة نجوم كواكب (وتشير المعلومات الحالية أن هذا هو الحاصل على أقل تقدير)، وبالمثل، لو كان للنجم ثلاثة كواكب على الأقل، ولو كان كوكب واحد فقط من كل مائة كوكب صخرياً بطبعته ومدار مساند للحياة (وتشير الاكتشافات الحديثة إلى حقيقة هذا الاحتمال)، فالنتيجة ستكون 300000 كوكب قادر على دعم الحياة في مجرتنا لوحدها!



---

\* يقدر إجمالي عدد الجزيئات في الكون بـ 125 بليون مجرة. طبقاً لهذه الحسابات فإن الكون يحتوي  $\times 375$  على <sup>14</sup> كوكباً مؤهلاً لإيواء الحياة على الأقل! - المترجم.

# الكون المتسارع

## Accelerating Universe

سنة الاكتشاف 1998م

ما هذا الاكتشاف؟ إن كوننا لا يعمد فقط، بل إن سرعة تعدده في ازدياد مستمر، وليست في انفاس مستمر كما افترض من المكتشف؟ ساول بيرلمنter Saul Perlmutter

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

احتدم جدال كبير بعد اكتشاف إيدين هابل بأن الكون في حالة تعدد: هل إن هذا التمدد في حالة تباطؤ بحيث يتوقف في الأخير ويبدأ الكون بالانكماش؟ اكتشف ساول بيرلمنter بأن تعدد الكون يتتسارع بحقيقةه، محظما بذلك جميع ما تواجد من نماذج علمية لحركة الكون. الكون يتمدد أسرع الآن مما كان عليه في أي وقت مضى، إنه يمزق نفسه أمام عجز الجاذبية عن إبطاء هذا التمدد على خلاف المتوقع.

خلق هذا الاكتشاف تغييراً جسماً في الكيفية التي ينظر بها العلماء إلى الكون، ماضيه، ومستقبله. لقد أثر في حسابات الانفجار الكبير بل وحق في نظرية العلماء إلى ماهية تركيب الكون. وصفت *Journal of Science* «مجلة العلم» هذا الاكتشاف عام 1998م بـ«الإنجاز العلمي الأكبر للعام».

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف إيدين هابل أن الكون يتمدد عام 1926م. بني العلماء من جانبهم نماذج جديدة تفترض أن التمدد في حالة تباطؤ بفعل قوة سحب الجاذبية على النجوم وال مجرات وبالتالي تقريبها عن بعضها البعض.

بذا هذا النموذج منطقياً، ولكن بقيت بعض المشاكل العالية التقنية موجودة في الرياضيات المرافقة لهذا النموذج. حاول آينشتاين أن يفسر هذه المسائل باستحداث شيء ما أطلق عليه «الثابت الكوني» - قوة تعاكس الجاذبية. لكنه رفض هذه الفكرة بعد ذلك معتبراً إياها الخطأ العلمي الأفصح له.

بعد حصوله على شهادة Ph.D في الفيزياء عام 1986م، عمل ساول بيرلستير بمختبر لورينس بيركلي الوطني وترأس مشروع السوبرنوفا الكوني، حيث عملوا على استعمال تلسکوب هابل الفضائي للعثور على السوبرنوفا البعيدة (النجوم المنفجرة) دراستها. كان اختيارهم للسوبرنوفا مبنياً على كونها الأجرام الأكثر برقة في الفضاء. فالسوبرنوفا نوع Ia تنتج كمية ثابتة من الضوء، ومن المعتقد بأن جميع السوبرنوفا من هذا النوع تومض بنفس البريق تقريباً. هذا ما جعلها نموذجية لدراسة بيرلستير.

على مر عشر سنوات من عام 1987 إلى 1997م، طور بيرلستير تقنية للتعرف على السوبرنوفا بال مجرات بعيدة ولتحليل الضوء الناجم عنها. بحث فريقه عشرات الآلاف من المجرات ليعثروا على بعض من السوبرنوفا نوع Ia.

عندما وجد بيرلستير سوبرنوفا من نوع Ia، فإنه قام بقياس شدة لمعانها ليحدد بعدها عن الأرض (كلما كانت أشد لمعاناً، كلما كانت أقرب إلينا)، كما قاس أيضاً الانزياح الأحمر لضوء السوبرنوفا – وهي تقنية تعتمد على مبدأ انزياحات دوبلر. إذا كان نجم ما يتحرك باتجاه الأرض، فإن الضوء الصادر عنه سينضغط وينحرف لونه قليلاً نحو الأزرق. ولو كان النجم يتحرك بعيداً، فإن الضوء الصادر عنه سيتمدد وينحرف لونه نحو الأحمر. يزداد هذا الانزياح اللوني بازدياد سرعة النجم. من خلال قياس الانزياح الأحمر للسوبرنوفا، يمكن بيرلستير من حساب سرعة النجم بعيداً عن الأرض.

حان الآن دور الجزء الصعب من المسألة. يمكن لعوامل أخرى أن تسبب انزياحاً أحمر، وكان على بيرلستير أن يثبت بأن ما قاسه من انزياحات حمراء كانت نتيجة لحركة النجم وحدها بعيداً عن الأرض، وإلا فإنه يمكن للغبار الكوني أن يتصبض بعض الضوء وينحرف بلونه، كما أن بعض المجرات مسحة لونية إجمالاً بحيث يمكنها أن تشوّه لون الضوء الصادر عن السوبرنوفا. كان على بيرلستير وفريقه أن يستطعوا ويفحصوا ويستثنوا بضعة مصادر محتملة للخطأ.

وأخيراً، بأوائل عام 1998م، كان بيرلستير قد جمع بيانات موثقة عن البعد والسرعة لعدد من السوبرنوفا Ia المنتشرة عبر السماء. كانت جميعها تتحرك بسرع فائقة بعيداً عن الأرض.

استخدم بيرلستير خادج رياضية ليبين بأن من غير الممكن هذه المجرات أن تكون منتقلة بهذه السرعات الحالية منذ الانفجار الكبير، وإن كانت أبعد بكثير مما هي عليه الآن.

الطريقة الوحيدة التي يمكن أن تصدق على صحة بيانات بيرلتير كانت باعتبار أن هذه المجرات متحركة الآن بأسرع من الماضي. كانت هذه المجرات تتسارع في حركتها، ولا تباطأ. فحري بالكون، إذن، أن يكون متمدداً بسرعة متزايدة!

أظهر اكتشاف بيرلتير أنه لا بد من وجود قوة ما جديدة غير معروفة (سميت بـ «الطاقة المظلمة أو السوداء» من قبل مايكل تيرنر Michael Turner عام 2000م) تدفع بالمادة خارجاً (النجوم، المجرات...الخ). أظهر بحث مؤخراً بأن الكون مملوء بهذه «الطاقة المظلمة» وذلك باستعمال أقمار صناعية جديدة ومصممة لهذا الغرض (تقول بعض التقديرات بأن ثلثي مجموع الطاقة في الكون هي طاقة سوداء). على مر السنوات القليلة القادمة، سيعيد هذا الاكتشاف كتابة نظريات الإنسان حول أصل وتركيب الفضاء.

حقائق طريفة: هنالك تلسکوب جديد بتكلفة 20 مليون دولار أمريكي في القطب الجنوبي تم إنشاؤه عام 2007م لغرض دراسة وتفسير سبب تسارع الكون، طالما أن هذا الاكتشاف ينبع جميع ما هو متواجد من نظريات حول ولادة وتمدد الكون.



# الجينوم البشري

## Human Genome

سنة الاكتشاف 2003م

ما هذا الاكتشاف؟ رسم مفصل خريطة الشفرة الوراثية لـ DNA للإنسان  
كاملة

من المكتشف؟ جيمس واطسون James Watson و جي . كريغ فينتر J.  
Craig Venter

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

دعي فك الشفرة الوراثية للإنسان، الجينوم البشري، بالاكتشاف العلمي الكبير الأول في القرن الحادى والعشرين، و«الكأس المقدسة» لعلم الأحياء. يعتبرـ DNA المخطط لبناء الكائن الحي وتشغيله والمحافظة عليه. فهو الذي يوجه تحور البصمة المخصوصة إلى كائن بشري متكملاً ومعقداً، ولا شك أن فك تلك الشفرة يعتبر مفتاحاً لفهم كيفية توجيه الخلية لتطور وتنمو، بل المفتاح لفهم الحياة بذاتها.

نظراً لتعقد الجينوم البشري تعقيداً يفوق الخيال، بدا مستحيلاً فك الثلاثة بلايين عنصر مكون هذه الشفرة الجزيئية. مع ذلك، فإن هذا المجهود الهائل الجبار قد قاد تواً إلى إنجازات طيبة خارقة في مجالات علاج العيوب الوراثية والأمراض المتوارثة. كما ويعتبر فاتحة لاكتشافات مستقبلية حول التشريح البشري والصحة البشرية. لقد وسع فهم هذا الجينوم تقديرنا لما يجعل منا فريدين من نوعنا وما يربطنا بالأنواع الحية الأخرى.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف الراهب النمساوي غريغور ملنر مفهوم الوراثة عام 1865م، مطلقاً بذلك حقولاً جديداً في العلم يعرف بعلم الوراثة. وفي العام 1953م، اكتشف فرانسيس كريك وجيمس واطسون الشكل الحلزوني المزدوج لجزءـ DNA الحاملة لجميع الأوامر والتعليمات الوراثية.

كانت المشكلة تكمن في وجود البلايين من التعليمات الوراثية ضمن الشفرة الوراثية الكاملة للإنسان، أو الجينوم. فهم هذه التعليمات جيئها بما مهمة مستحيلة من المفهوم

البنيوي أو الفيزيائي للإنسان، فالقيام بسلسلة كامل الجينوم البشري كان بمثابة مشروع يفوق أي مشروع بيولوجي سبق تجربته ضخامة وصعوبة بحوالي 20000 مرة.

حظي تشارلز دي لisi Charles De Lisi في قسم الولايات المتحدة للطاقة DOE بأولى التمويلات الحكومية للبدء بهذا المشروع التذكاري الضخم، وذلك عام 1987م. بحلول عام 1990م، اتّحد قسم الطاقة مع المعاهد الوطنية للصحة NIH لتكوين منظمة جديدة تحت اسم الائتلاف العالمي لسلسلة الجينوم البشري IHGSC. استدعى جيمس واطسون (الشهير باكتشافه لـDNA) لترؤس المشروع ومنح خمسة عشر عاماً كمهلة لتكاملة هذه المهمة الجبارة.

اعتقد العلماء حينذاك بأنـDNA البشري يحتوي على 100000 مورثة موزعة على 23 كروموسوماً ومثبتة ضمن الحلزون المزدوج للـDNA، حيث تتماسك بعضها بواسطة 3 بلايين من القواعد المزدوجة من الجزيئات. كانت مهمة واطسون تقضي بتعيين وتفسير وترتيب كل مورثة على كل كروموسوم، وكذلك كل واحدة من هذه البلايين من القواعد المزدوجة.

بالطبع، كانت القابلية على تعيين وتسلسل المزدوجات موجودة، لكن مشكلة واطسون كانت تكمن في الحجم. فباستعمال التقنية الموجودة عام 1990م، كانت مهمة تعيين وتسلسل هذه البلايين الثلاثة من المزدوجات تستغرق آلافاً من السنين في حال اضطاعت بها جميع المختبرات معاً.

قرر واطسون البدء بخريطة كبيرة المقاييس لما كان معروفاً عن الكروموسومات ومن ثم يهبط نحو تفاصيل المزدوجات المنفصلة. فقام بتوجيه جميع العلماء بالـIHGSC للعمل على رسم خرائط بنوية وترابطية للكروموسومات الثلاثة والعشرين، والتي من شأنها أن توفر نظرة عامة على الجينوم البشري وتحتوي على تلك «القصاصات» القليلة من التسلسلات الوراثية الحقيقة التي كانت معروفة للتو.

انتهى هذا الجهد الأول بحلول عام 1994م. أمر واطسون علماءـIHGSC بتحطيم الجينوم الكامل للأنواع الحياتية الأpest على الأرض والمعروفة لهم بشكل أفضل بغية تحسين وتنقية تقييدهم قبل محاولة العمل على الجينوم البشري. اختار علماءـE.coli بدورهم ذيابة الفاكهة (المدرستة بشكل موسع منذ عام 1910م)،

(البكيريا المعوية المعروفة)، عفون الخبز، والديدان الخيطية البسيطة. بمنتصف التسعينات من القرن الماضي، بدأ العمل على تخطيط عشرات الملايين من القواعد المزدوجة المؤلفة لهذه الجينومات البسيطة.

على أية حال، لم يوفق جميع البيولوجيين على هذه الطريقة. فقد آمن جي. كريغ فينتر J. Craig Venter (المؤسس الجيني بمعاهد الصحة) بأن العلماء كانوا سيهدرون سنوات ثانية وهم يركّزون على «الصورة الكبيرة» لواطسون في حين كان عليهم أن يرتبوا كل ما يقدرون عليه من أجزاء محددة دقيقة من الجينوم ومن ثم يقومون بالحاق هذه التسلسالات المنفردة ببعضها لاحقاً.

اندلعت حرب بين واطسون (مثلاً لطريقة «من الأعلى نحو الأسفل») وفينتر (مثلاً لطريقة «من الأسفل نحو الأعلى»). أطلقت هم وأفواه ناية من الطرفين بجلسات الكونغرس والاجتماعات التمويلية وفي الصحافة.

تخلّى فينتر عن منصبه الحكومي وشكّل شركة خاصة بنفسه للقيام بكل ما يقدر عليه من ترتيب وتسلسل جينومي في طليعة جهود IHGSC. في عام 1998م، صدم فينتر العالم بتصرّفه نيته استعمال كومبيوترات خارقة متراقبة لتكميلة تسلسله لـكامل الجينوم البشري بحلول 2002م، أي بثلاث سنوات قبل الجدول الزمني للـ IHGSC.

بأوائل عام 2000م، تدخل الرئيس الأميركي بيل كلينتون لإفاء الحرب المختتمة بين الطرفين وانصواتهما تحت جهد جينومي موحد. في عام 2003م، أصدر هذا الفريق الموحد تقريره التمهيدي، تضمن تفصيلاً للتسلسل الكامل للجينوم البشري. تحريراً، كان ذاك الجينوم سيملأ 150000 صفحة مطبوعة (500 كتاب، كل واحد بـ 300 صفحة).

الثير للدهشة، أن هؤلاء العلماء وجدوا بأن البشر يملكون 25000 إلى 28000 مورثة (نzilla من 100000 افترضت سابقاً)، وبأن التسلسل الوراثي البشري مختلف عن العديد من الأنواع الحياتية الأخرى بنسب مئوية قليلة فقط.

رغم أن المعلومات عن هذا التسلسل الوراثي لا تتعدي سنوات قليلة، إلا أنها ساعدت الباحثين الطبيين على تحقيق خطوات تقدمية كبيرة في مجال التعامل مع العديد من الأمراض والعاهات الولادية، ومن المزمع أن يتم الكشف عن قيمته الكاملة في إنجازات طبية كبيرة على مر العشرين إلى الخمسين سنة قادمة.

حقائق طريفة، لو تم تدوين تسلسل DNA للجينوم البشري في كتاب، سيحتاج الأمر إلى ما يساوي مائتي مجلد بمجم دليل مأهاتن للهاتف (كل منها بـألف صفحة).\*



---

\* من العجائب التي أفضت بها قراءة الجينوم البشري أن البشر يتشاركون بـ99,9% من تسلسلهم الجيني. أي أن جميع الاختلافات التي تميزنا عن غيرنا من حجم وشكل وصحة و... الخ مردها هذه 0,1% من الاختلاف الجيني. ترى هل هذا هو السبب وراء نسب 99,9% الشهيرة في الكثير من انتخابات العالم الثالث؟! - الترجم.

## الملحق رقم 1

### الاكتشافات حسب الحقل العلمي

تحتوي هذه الجداول على الاكتشافات العلمية المائة العظمى مقسمة على حقوقها المناسبة بحيث يسهل للقراء تعين الاكتشافات العائدة للموضوع ذاته على انفراد. تم ترتيب الاكتشافات ضمن كل حقل من هذه الحقول ترتيباً زمنياً.

#### العلوم الفيزيائية

الاكتشاف	العالم المكتشف	السنة
علم الفلك		
الكون شسي المركز	كوبرينيكوس، نيكولاس	1520
المدارات الحقيقة للكواكب	كلر، يوهانيس	1609
قتلk كواكب أخرى أقماراً	غاليلي، غاليليو	1610
البعد عن الشمس	كاسيبي، جيوفاني	1672
الجرات	رايت، توماس	1750
	هيرشيل، وليام	1750
الثقب الأسود	شفارترتشيلد، كارل	1916
	ويلر، جون	1971
الكون المتعدد	هابل، إيدوين	1926
الانفجار الكبير	غاموف، جورج	1948
الكوازار	سانديج، آلان	1963
النجم النابض	بيل، جوسيلين	1967
	هيوش، انتوني	1967

1970	روبن، فيرا	المادة المعتمة
1995	مايور، ميشيل	الكواكب حول نجوم أخرى
1995	كويلوز، ديديه	
1998	بيرلتي، ساول	الكون المتسارع
الكيمياء		
1662	بويل، روبرت	قانون بويل
1774	بريسلي، جوزيف	الأوكسجين
1806	دايفي، هنفري	الارتباط الكهرومغناطيسي
1811	أوفاكادرو، أميديو	الجزيئات
1859	بونزن، روبرت	الواقع الضوئية الذرية
1859	كريخوف، روبرت	
1880	مندليف، ديمتري	الجدول الدوري
1901	كوري، ماري و بير	النشاط الإشعاعي
1907	بولتورد، بيرترام	التاريخ بالنشاط الإشعاعي
1913	سودي، فريدرريك	النظائر
الفيزياء		
260 ق.م.	أرخيديس	العتلات و الطفو
1598	غاليلي، غاليليو	قانون الأجسام الساقطة
1640	تورينثيللي، إيفانجليستا	ضغط الهواء
1666	نيوتون، إسحق	الجذب العام

1687	نيوتون، إسحق	قوانين الحركة
1752	فرانكلين، بنجامين	طبيعة الكهرباء
1789	لافوازيه، أنطوان	حفظ المادة
1790	رمفورد، الكونت	طبيعة الحرارة
1800	هيرشيل، فريدرريك	الأشعة تحت الحمراء
1801	ريتر، يوهان	الأشعة فوق البنفسجية
1802	دالتون، جون	الذرات
1820	أورستيد، هانز	الكهرومغناطيسية
1843	جول، جيمس	السرعة
1847	هيلمتهولتز، إتش. فون	حفظ الطاقة
1848	دوبلر، كريستيان	تأثير دوبلر
1864	ماكسويل، جيمس	الإشعاع الكهرومغناطيسي
1895	رينتген، فلهيلم	الأشعة السينية
1905	آينشتاين، ألبرت	معادلة الطاقة
1905	آينشتاين، ألبرت	النسبية
1911	أونيس، هيك	التصصيلية الفائقة
1913	بور، نيلز	الارتباط الذري
1925	بورن، ماكس	نظريّة الكم
1927	هايزنبرغ، فينر	مبدأ اللاذقة
1928	ميكلسون، ألبرت	سرعة الضوء
1929	ديراك، باول	المادة المضادة

1932	تشادويك، جيمس	النيوترون
1937	يوكاوا، هيديكى	القوة القوية
1939	مايتز، ليز	الانشطار النووي
1939	هان، أوتو	
1947	باردين، جون	الترانزistor الشبه موصل
1948	شانون، كلود	تعريف المعلومات
1951	بيته، هانز	الاندماج النووي
1951	سيتزر، ليمان	
1962	غيلــمان، موري	الកوارك
1983	روبيا، كارلو	القوة الضعيفة

### علوم الأرض

السنة	العالم المكتشف	الاكتشاف
1770	فرانكلين، بنجامين	تيار الخليج
1814	هيبولت، أي. فون	
1792	هتون، جيمس	التعريبة (تأثير الطقس)
1837	أغاسيز، لويس	العصور الجليدية
1920	ميلانكوفيتش، ميلوتين	
1902	دي بورت، إل. تيسيرين	طبقات الغلاف الجوي
1911	ريد، هاري	خطوط الصدع
1914	غوتيرغ، بيتو	لب الأرض

1915	فيغر، ألفريد	الأنحراف القاري
1935	تانسلி، آرثر	النظام البيئي
1957	هيس، هاري	انتشار قاع البحر
1960	اوريت، إد	نظريّة الفوضى

### علوم الحياة

السنة	العالم المكتشف	الاكتشاف	الأحياء
1665	هوك، روبرت		الخلايا
1669	ستينو، نيكولاوس		المتحجرات
1680	ليفنهوك، أنتون فان		البكتيريا
1735	لينيوس، كارل	نظام التصنيف	
1779	إنجينهاوس، يان	البناء الضوئي	
1824	بوكلاند، وليام	متحجرات الديناصورات	
1824	مانتيل، جيديون		
1856	باستير، لويس	النظرية الجرثومية	
1870	ثومسون، تشارلز	الحياة في أعماق البحار	
1882	فليمينغ، والذر	انقسام الخلايا	
1898	إيفانوفسكي، ديميتري		الفيروس
1898	بيجيرينيك، مارتينوس		
1933	كلود، ألبر	تركيب الخلية	

1952	ميller، ستانلي	أصول الحياة
1976	باكيير، روبرت	طبيعة الديناصورات

### التطور والتشريف البشري

1543	فازيليس، اندریاس	التشريف البشري
1858	داروین، تشارلز	التطور الحيواني
1865	مندل، غريغور	الوراثة
1898	بیندا، کارل	المایتوکوندرا
1909	مورغان، توماس	الطفرات الوراثية
1921	لیرفی، اوتو	الناقلات العصبية
1921	فالدر- هارتز، هینریک	
1924	دارت، رایوند	التطور البشري
1938	سیث، جی. إل. بی	السیلاکانت
1950	مکلیتوک، باربارا	المورثات المقافرة
1953	کریک، فرانسیس	DNA
1953	واطسون، جیمس	
1953	فرانکلین، روزالیند	
1967	مارغولیس، لین	التطور الكامل
2003	فینتر، کریغ	الجينوم البشري
2003	واطسون، جیمس	

1628	هارفي، وليام	جهاز الدوران البشري
1794	جينر، إدوارد	التلقيحات
1798	مونتاغو، السيدة ماري	
1801	دايفي، هافري	التخدير
1801	سيمبسون، يونغ	الكلوروفورم (تخدير)
1801	لونغ، كراوفورد	الإيثر (تخدير)
1897	لاندشتاينر، كارل	أنواع الدم
1902	بايليس، وليام	الهرمونات
1902	ستارلنج، إرنست	
1906	هوبكت، فريدريك	الفيتامينات
1906	آيكمان، كريستيان	
1910	إيرليخ، باول	المضادات الحيوية
1921	بانتنغ، فريدريك	الإنسولين
1928	فليمينغ، ألكسندر	البنسلين
1934	بيدل، جورج	المورثات
1938	كرييس، هائز	الأيض (دورة كرييس)
1940	درو، تشارلز	بلازما الدم

## الملحق رقم 2 : العلماء

يعتبر هذا الجدول قائمة أبجدية بأسماء العلماء الذين أبرزوا في مناقشات الاكتشافات المائة العظمى. أدرج كل مع اكتشافه و العام الذي شهد حدوث الاكتشاف.

السنة	الاكتشاف	العالم المكتشف
1898	الهرمونات	أبيل، جون
260 ق.م.	العثلات و الطفو	أرخيدس
1837	العصور الجليدية	أغاسيز، لويس
1811	الجزيئات	أفو كادرو، أميديو
1779	البناء الضوئي	إنغينهاوس، يان
1820	الكهرومغناطيسية	أورستيد، هانز
1960	نظرية الفوضى	لوريتز، إد
1911	التوصيلية الفائقة	أونيس، هيلك
1906	الفيتامينات	آيكمان، كريستيان
1910	المضادات الحيوية	إيرليخ، باول
1898	الفيروس	إيفانوفسكي، ديميتري
1905	معادلة الطاقة	آينشتاين، ألبرت
1905	الرسيبة	آينشتاين، ألبرت
1947	الترانزستور الشبه موصل	باردين، جون
1856	النظيرية الجرثومية	باسтир، لويس
1976	طبيعة الديناصورات	باكير، روبرت
1921	الأنسولين	باتننغ، فريدريك

1902	الهورمونات	بايليس، وليام
1774	الأوكسجين	بريسلي، جوزيف
1859	الواقع الضوئية الذرية	بونزن، روبرت
1913	الارتباط الذري	بور، نيلز
1925	نظريّة الكَمْ	بورن، ماكس
1824	متحجرات الديناصورات	بوكلاند، وليام
1907	التاريخ بالنشاط الإشعاعي	بولتود، بيرترام
1662	قانون بويل	بويل، روبرت
1951	الاندماج النووي	بيته، هائز
1898	الفيروس	بيجيريسيك، مارتينوس
1934	المورثات	بيدل، جورج
1998	الكون المتسارع	بيرلتير، ساول
1967	النجم النابض	بيل، جوسيلين
1898	المایتوکوندريا	بيندا، كارل
1934	المورثات	تاتوم، إدوارد
1900	الهورمونات	تاكميفي، جوكيشي
1935	النظام البيئي	تانسلى، آرثر
1932	النيوترون	تشادويك، جيمس
1640	ضغط الهواء	تورياتشيللى، إيفانجليستا
1870	الحياة في أعماق البحار	ثومسون، تشارلز
1843	السرعة	جول، جيمس



1916	الثقب الأسود	شفارتزشيلد، كارل
1669	المتحجرات	ستينو، نيكولاس
1938	السيلاكانت	سيث، جي. إل. بي
1913	الظواهر	سودي، فريديريك
1801	الكلوروفورم (تخدير)	سيمبسون، يونغ
1894	الهورمونات	شاربي-شافير، إدوارد
1948	تعريف المعلومات	شانون، كلود
1610	قتلن كواكب أخرى أقماراً	غاليلي، غاليليو
1598	قانون الأجسام الساقطة	غاليلي، غاليليو
1948	الانفجار الكبير	غاموف، جورج
1914	لب الأرض	غوتبرغ، بينو
1752	طبيعة الكهرباء	فرانكلين، بنجامين
1770	تيار الخليج	فرانكلين، بنجامين
1953	DNA	فرانكلين، روزاليند
1928	البنسلين	فليميونغ، ألكسندر
1882	انقسام الخلايا	فليميونغ، والذر
1939	الانشطار النووي	فيرمي، إنريكو
1543	التشريح البشري	فازيليس، اندريلاس
2003	الجينوم البشري	فيتتر، كريغ
1672	البعد عن الشمس	كاسيبي، جيوفاني
1609	المدارات الحقيقة للكواكب	كبلر، يوهانيس

1938	الأيض (دورة كرييس)	كرييس، هانز
1953	DNA	كرييك، فرانسيس
1933	تركيب الخلية	كلود، ألبير
1520	الكون شمسي المركز	كوبيرنيكوس، نيكولاس
1938	السلاكانت	كورتيناي-لامير، مارغوري
1901	النشاط الإشعاعي	كوري، ماري و بير
1995	الكوكب حول نجوم أخرى	كوبيلوز، ديديه
1859	الواقع الصوئية الذرية	كيرخوف، روبرت
1789	حفظ المادة	لافوازيه، أنطوان
1897	أنواع الدم	لاندشتاينر، كارل
1801	الإيثر (تحذير)	لونغ، كراوفورد
1680	البكتيريا	ليفنهوك، أنتون فان
1938	لب الأرض	ليمان، إنج
1735	نظام التصنيف	لينيوس، كارل
1921	الناقلات العصبية	ليرفي، أوتو
1967	التطور الكامل	مارغوليis، لين
1864	الإشعاع الكهرومغناطيسي	ماكسويل، جيمس
1824	متحجرات الديناصورات	مانتيل، جيديون
1995	الكوكب حول نجوم أخرى	مايور، ميشيل
1950	المورثات المقاومة	مكلينتوك، باريara
1865	الوراثة	مندل، غريغور

1880	الجدول الدوري	مندليف، ديمتري
1909	الطفرات الوراثية	مورغان، توماس
1798	السيلاكانت	مونتاغو، السيدة ماري ورتلي
1939	الانشطار النووي	ميتر، ليز
1928	سرعة الضوء	ميكلسون، ألبرت
1920	العصور الجليدية	ميلانكوفيتش، ميلوتين
1952	أصول الحياة	ميلر، ستانلي
1666	الجذب العام	نيوتون، إسحاق
1687	قوانين الحركة	نيوتون، إسحاق
1926	الكون المتعدد	هابل، إيدوين
1628	جهاز الدوران البشري	هارفي، وليام
1939	الانشطار النووي	هان، أوتو
1927	مبدأ اللاقعة	هايزنبرغ، فرينر
1792	التعريمة (تأثير الطقس)	هنتون، جيمس
1814	تيار الخليج	همبولت، أ. فون
1906	الفيتامينات	هوبكت، فريدريك
1665	الخلايا	هوك، روبرت
1800	الأشعة تحت الحمراء	هيرشيل، فريدريك
1750	الجراثيم	هيرشيل، وليام
1957	انتشار قاع البحر	هيس، هاري
1847	حفظ الطاقة	هيلمهولتز، إتش. فون

1967	النجم النابض	هيوش، أنتوني
1953	DNA	واطسون، جيمس
2003	الجينوم البشري	واطسون، جيمس
1921	النقلات العصبية	فالدر-هارتر، هينريיך
1915	الانحراف القاري	فيغرن، آلفريد
1971	الثقب الأسود	ويلر، جون
1937	القوة القوية	يوكاوا، هيديكي

### الملحق رقم 3، الأربعون التالية

يعتبر هذا الجدول قائمة بالأربعين اكتشافاً مهماً ساهم تقربياً في بلورة قائمة المائة العظمى. كل منها يستحق الاعتبار و التشريف و الدراسة. انتق واحداً أو أكثر من هذه الاكتشافات للبحث و الوصف.

الاكتشاف	العالم المكتشف	السنة
الأرض دائرة	أرسطو طاليس	387 ق.م.
السموات ليست ثابتة و غير متغيرة	كيلر، يوهانيس	1609
طبيعة الضوء	غاليلي، نيوتن، يونغ،	سنوات مختلفة
قابلية الانضغاط للغازات	بويل	1688
ضغط دفع السائل	برنولي	1738
للسماوات يمكن توقعها	هالي	1758
أصل النظام الشمسي	لا بلاس	1796
كتلة الأرض	كافينديش	1798
سيولة الغازات	فاراداي	1818
بصمات الأصابع، فرادتها	بيركينجي	1823
الحث المغناطيسي	فاراداي	1831
عمر الشمس	هيلمهولتز	1853
الشمس عبارة عن غاز	كارينغتون	1859
عمر الأرض	ليل (أولاً)، هولز (بدقة)	1860، 1940
المطهرات	ليستر	1863
اللدائن	هيات	1869
التيار المتداوب	تسلا	1883

1890	كوخ	علم البكتيريا
1906	بروفيز	معاكسات الحقل المغناطيسي للأرض
1906	إيرليخ	العلاج الكيميائي
1911	هيس	الإشعاع الكوني
1924	بيرغر	المخطط الكهربائي للدماغ
1925	إيفانز	بكتيريا حمى المالطا (البروسيللا)
1926	باولي	مبدأ الاستثناء
1926	باولي	نيوترينو
1932	جانسكي	الجراث تبعث موجات راديوية
1934	كوري و جوليو	النشاط الإشعاعي الاصطناعي
1935	كيندال	كورتيزون
1936	دوماك	عقاقير السلفا
1950	بريو	العلاج الإشعاعي
1957/1954	تاونيز و غولد	الليزر
أواخر القرن	العديد	ارتفاع حرارة الكرة الأرضية
1967	غوردين	أول استساخ
1973	ماري ليكي	آثار أقدام ليتولي (عمرها 3,5 مليون
1974	دونالد جونسون	«لوسي» (جمجمة عمرها 3,2 مليون
1977	بالارد	حياة أعماق البحر غير المعتمدة على الأوكسجين
1979	ألفاريز	انفراض الديناصورات (كويكب
1982	غالو و مونتاغي	الفيروس الرجعي البشري HIV
2002	مايكيل برونيت	جمجمة توامي (عمرها 6-7 ملايين

## مصادر الترجمة

فيما يلي جملة من المصادر التي استندت إليها في إضفاء الموارد على النص الأصلي المترجم:

الكتب:

1. *A Dictionary of Science*, Oxford University Press, 2005.
2. Barbara Goldsmith: *Obsessive Genius- The Inner World of Marie Curie*, New York, W.W. Norton, 2005.
3. Comfort, Nathaniel C.: *The tangled field- Barbara McClintock's search for the patterns of genetic control*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2001.
4. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, W.B. Saunders Company, 1994.
5. Griffiths, David J.: *Introduction to Elementary Particles*, Wiley, John & Sons, Inc., 1987.
6. Holmes, Frederic Lawrence: *Antoine Lavoisier - The Next Crucial Year, or the Sources of his Quantitative Method in Chemistry*, Princeton University Press, 1998.\
7. Isaacson, Walter: *Benjamin Franklin, An American Life*, Simon & Schuster, 2003.
8. J. Steinberger: *Learning about Particle*, Springer, 2005.
9. K.W. Staley: *The Evidence for the Top Quark*, Cambridge University Press, 2004.
10. Lerner, K.L.; B.M. Lerner: *Martinus Willem Beijerinck from World of Microbiology and Immunology*, Florence, KY: Thomas Gage Publishing, 2002.

11. Messadie, Gerald: *Great Scientific Discoveries*, New York, Chambers, 2001.
12. Nader, Helen: *Rethinking the World. Discovery and Science in the Renaissance*, Bloomington, Indiana University Press, 2002.
13. Nancy E., and Samuel N. Namowitz: *Earth Science*, Boston: McDougal Littell, 2005.
14. Smyth, A. L.: *John Dalton, 1766-1844: A Bibliography of Works by and About Him, With an Annotated List of His Surviving Apparatus and Personal Effects*, 1998- Original edition published by Manchester University Press in 1966.
15. Sowell, Thomas: *The Einstein Syndrome- Bright Children Who Talk Late*, Basic Books, 2001.
16. Tai L. Chow: *Electromagnetic theory*. Sudbury MA: Jones and Bartlett, 2006.
17. Yuval, Neeman, and Yoram Kirsh: *The Particle Hunters*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.

#### الموقع الالكترونية:

1. <http://order.ph.utexas.edu/chaos/>
2. <http://www.engscmp.com/solvnonlinearequ/indx.shtml>
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
4. <http://www.mawsoah.net>
5. <http://www.britannica.com/>
6. <http://livefromcern.web.cern.ch/livefromcern/>
7. <http://www.bbc.co.uk/>
8. <http://www.aljazeera.net/>
9. <http://www.cerebromente.org.br/n14/mente/chaos.html>

10. <http://www.perkel.com/nerd/butterflyeffect.htm>
11. <http://www.jlab.org/publications/12GeV/02.html>
12. <http://www.cnn.com/>
13. <http://nobelprize.org/>
14. <http://www.abc.net.au/science/slab/dinobird/story.htm>
15. <http://www.amnh.org/>
16. [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml)
17. <http://www.superstringtheory.com/index.html>
18. <http://www.fordhamprep.org/gcurran/sho/sho/index.htm>
19. <http://www.millerandlevine.com/genome/ten.html>
20. <http://www.particle.kth.se/~fmi/kurs/PhysicsSimulation/index.html>
21. <http://www.madsci.org/posts/archives/1998-02/885340342.Ch.q.html>
22. [http://home.fnal.gov/~cheung/rtes/RTESWeb/LQCD\\_site/page\\_s/index.htm](http://home.fnal.gov/~cheung/rtes/RTESWeb/LQCD_site/page_s/index.htm)
23. <http://www.marxist.com/science/uncertaintyandidealism.html>
24. <http://library.thinkquest.org/11272/Ufo/ufoindex2.htm>
25. <http://www.ascssf.org.sy/arabicindex3.htm>
26. <http://art4jdu.com/vb/showthread.php?t=69>
27. <http://qasweb.org/qasforum/index.php?act=Print&client=choose&f=38&t=5307>
28. <http://www.uaecoins.net/vb/archive/index.php/f-84.html>
29. <http://quran.maktoob.com/vb/quran16688/>



## صدر عن الدار

- شرفنامه: الجزء الأول: في تاريخ الدول والإمارات الكردية، تأليف: الأمير شرف خان البدليسي، ترجمة: محمد علي عوني.
- شرفنامه: الجزء الثاني: في تاريخ سلاطين آل عثمان ومعاصريهم من حكام إيران وتوران، تأليف: شرف خان البدليسي، ترجمة: محمد علي عوني
- كان يا ما كان، قراءة في حكايات كردية، تأليف: نزار آغري.
- تل حلف والمنقب الأثري فون أوبنهايم، تأليف: ناديا خوليديس - لوتس مارتين، ترجمة: د. فاروق إسماعيل.
- حينما في العُلُّ، قصة الخليقة البابلية، الترجمة الكاملة للنص المسماري للأسطورة، الدكتور نائل حنون.
- مشاهير الكرد وكردستان في العهد الإسلامي 1/2، تأليف: العالمة المرحوم محمد أمين زكي بك، ترجمة: سانحة خانم، راجعه وأضاف إليه محمد علي عوني.
- القبائل الكردية في الإمبراطورية العثمانية، مارك سايكس، ترجمة: أ. د. خليل علي مراد، تقديم ومراجعة وتعليق: أ. د. عبد الفتاح علي البوتأني.
- هكذا عشت في سوريا، في شاغر بازار وتل براك وتل أبيض، مذكرات، أغاثا كريستي، ترجمة: توفيق الحسيني.
- القاموس المنير (Ferhenga Ronak)، كردي - عربي، إعداد: سيف الدين عبدو.
- اللغة كائن حي، رؤية ونظرة فكرية حول اللغة الكردية انموذجاً، د. آزاد حموتو.
- أسرة بابان الكردية، شجرتها التاريخية وسلسل أجيالها، إعداد: إياد بابان.
- حقيقة السومريين، ودراسات أخرى في علم الآثار والنصوص المسمارية، تأليف: د. نائل حنون.
- اتجاهات الخطاب النقدي العربي وأزمة التجريب ، د. عبد الواسع الحميري.
- خطاب ضدّ، مفهومه، نشأته، آلياته، مجالات عمله، د. عبد الواسع الحميري.
- تاريخ الإصلاحات والتنظيمات في الدولة العثمانية، تأليف: إنكه لهارد، ترجمة: أ. د. محمود عامر.
- بلاد الشام في ظل الدولة المملوكية الثانية (دولة الجراكسة البرجية)، 1381 - 1517، تأليف: د. فيصل الشلي.
- مم وزين، أحمد خاني، شرح وترجمة: جان دوست.
- العراق، دراسة في التطورات السياسية الداخلية، 14 تموز 1958 - 8 شباط 1963، أ. د. عبد الفتاح علي البوتأني.

- إسهام علماء كردستان العراق في الثقافة الإسلامية خلال القرنين الثالث عشر والرابع عشر الهجريين - الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين، د. محمد زكي البرواري.
- سعيد التورسي، حركة ومشروعه الإصلاحي في تركيا 1876-1960 م، د. آزاد سعيد سمو.
- الإيزيديون، نشأتهم، عقائدهم، كتابهم المقدس، توفيق الحسيني.
- عيد نوروز، الأصل التاريخي والأسطورة، إعداد: عبد الكريم شاهين.
- اليزيدية، دراسة في إشكالية التسمية، د. آزاد سمو.
- البخاري الذهبي، شيركو بيكه س، المنتخبات الشعرية، ترجمة: مجموعة من الأدباء الكرد.
- تاريخ الأشوريين القديم، إيفا كانجيك - كيرشاوم، ترجمة: د. فاروق إسماعيل.
- تاريخ الإمارة البابانية 1784-1851 م، عبد ربه إبراهيم الوائل.
- مشكلة الاتحاد والتعالي في عقيدة الشيخ محى الدين بن عربي، الأخضر قودري.
- الكورد والأحداث الوطنية في العراق خلال العهد الملكي 1921-1958 م.
- التعددية الحزبية في الفكر الإسلامي الحديث، ديندار شفيق الدوسكي.
- الكورد والدولة العثمانية، موقف علماء كوردستان من الخلافة العثمانية في عهد السلطان عبد الحميد الثاني 1876-1909، د. محمد زكي البرواري.
- التصوف في العراق ودوره في البناء الفكري للحضارة الإسلامية، د. ياسين حسن الويسى.
- درامية النص الشعري الحديث، دراسة في شعر صلاح عبد الصبور وعبد العزيز المقالح، علي قاسم.
- مدن قديمة وموقع أثرية، دراسة في الجغرافية التاريخية للعراق الشمالي، د. نائل حنون.
- الكرد وكردستان، أرشاك سافراستيان، ترجمة: د. أحمد محمود الخليل.
- دراسات في تاريخ الفكر السياسي الإسلامي، د. نزار قادر - د. نهلة شهاب أحمد
- الفلسفة الإسلامية، دراسات في المجتمع الفاضل والتربية والعقلانية، أ. د. علي حسين الجابرية
- في آفاق الكلام وتتكلم النص، د. عبد الواسع الحميري.
- تركيا وكوردستان العراق، الجاران الحائرين، تأليف: بيار مصطفى.
- الكورد وبلادهم، عند الرحالة والبلدانين المسلمين، د. حكيم أحمد خوشنوا.
- علم الترجمة، دراسات في فلسفتها وتطبيقاتها، مجموعة باحثين، ت: د. حميد العواضي.
- التجليات الفنية لعلاقة الأنبا بالآخر في الشعر العربي المعاصر، د. أحمد السليماني.
- ضلالات إلى سليم بركات، نص طويل، حسين حبش.



١٠٠  
أكاديمية  
الطباعة  
والنشر

لِمَ دراسة الاكتشافات؟ لأن الاكتشافات تخطط لاتجاه  
تطور الإنسان وتقدمه. اكتشافات اليوم ستتصوّغ عالم الغد،  
والاكتشافات المهمة تحدد الاتجاهات التي يأخذ العلم بها،  
ما يؤمن العلماء به، والكيفية التي تتغيّر بها نظرتنا للعالم  
على مر الزمن. فاكتشاف اينشتاين للنسبية عام ١٩٠٥ غير  
فيزياء القرن العشرين تغييرًا جذریاً من نوعه.

إن أهمية هذا الكتاب تكمن في تقديميه لكم هائل من  
المعلومات العلمية القيمة في مجالات مختلفة (علوم  
الفيزياء والأرض والحياة) ضمن إطار أدبي قصصي ممتع  
وجذاب. فهو يحسّسك بمعايشة أحداث كل قصة من قصص  
الاكتشافات المائة التي صاغت تفاصيل حياتنا المعاصرة  
ودخلت في صميم يومياتها وأحداثها، يسمح لك بالتعرف  
على شخصيتها وأبطالها، والإطلاع على آرائهم وموافقتهم،  
وأحياناً آراء ومواقف غيرهم تجاههم. الأهم من كل ذلك،  
يريك مدى ما تحلوا به من صبر وعزّم ومثابرة على ما نَوَّا  
تحقيقه في مجالاتهم المختارة - دائمًا، وقابلتهم على اغتنام  
الفرص ببصيرة متقدّة وتَدْبُر مذهل صانعين صروحاً من  
الإنجازات الهائلة من أشياء كانت تافهة، أحياناً، وعديمة  
الجدوى بنظر غيرهم - أحياناً أخرى.

## علي مولا



دار الزمان  
للطباعة والنشر والتوزيع  
حقوق دار النشر والتوزيع

